

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROYECTO INTEGRADOR

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA LA POBLACIÓN
DE SAN JOSÉ DEL TABLÓN PARROQUIA PIFO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

OMAR JOSÉ CAIZA TIBANQUIZA

omar.caiza@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. EDUARDO MAURICIO VÁSQUEZ FALCONES, M.Sc.

CODIRECTOR: ING. LUIS ÁNGEL JARAMILLO SÁNCHEZ, M.Sc.

Quito, Agosto 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Omar José Caiza Tibanquiza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación –COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional. Entregaré toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

OMAR JOSÉ CAIZA TIBANQUIZA

AVAL DEL DIRECTOR

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por Omar José Caiza Tibanquiza, bajo nuestra supervisión.

ING. EDUARDO VÁSQUEZ M.Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. LUIS JARAMILLO M.Sc.
CODIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

Dedico el culminar de este trabajo y el de mi carrera universitaria a mis padres, Amparito y José, por brindarme su amor, apoyo incondicional y consejos durante toda mi vida.

A mis hermanas, Gaby y Anahí, por haberme apoyado, guiado y animado cuando quería darme por vencido y abandonarlo todo por miedo.

A la memoria de mi mamita, Bélgica, que estoy seguro que le hubiese encantado que siguiera esta carrera.

A mi novia y futura esposa, Marjury, por haberme aconsejado, regañado, darme palabras de aliento y apoyarme en el transcurso de mi carrera colegial y universitaria. Amor tú fuiste una gran razón por la cual nunca me di por vencido.

A mi sobrino, Deyvin, si algún día lees este documento, quiero decirte que gracias por la Felicidad que aportaste en la casa que tanta falta lo hacía. Siempre contarás conmigo.

A todas las noches de desvelo que se presentaron por un examen o proyecto.

A mis amigos y compañeros que conocí en la Universidad.

Omar Caiza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional, a mi Facultad la Escuela de Formación de Tecnólogos, por haberme guiado en el camino para ser un profesional.

Agradezco sinceramente a mi Tutor de tesis, Ing. Eduardo, por la amistad, paciencia, dedicación y apoyo que me brindo para culminar este proyecto.

Agradezco a todos los/las Ingenieros/as, por haberme brindado sus conocimientos y aconsejado cuando el momento lo ameritaba.

Agradezco a la comunidad de San José del Tablón, por haber confiado en nosotros para la realización de este proyecto, así como por abrirnos sus puertas en el transcurso del mismo.

Omar Caiza

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivo Específico	3
1.2. Planteamiento del Problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Antecedentes	5
1.5. Alcance	5
1.6. Marco Teórico	6
1.6.1. Definición del Riego	6
1.6.2. Tanques de Almacenamiento	6
1.6.3. Red de distribución de Agua	7
1.6.3.1. Red Matriz o Principal	8
1.6.3.2. Red Menor o Secundaria	8
1.6.3.2.1. Red Cerrada o Mallada	8
1.6.3.2.2. Red Abierta o Ramificada	9
1.6.3.3. Requisitos de los Sistemas de Distribución	10
1.6.3.4. Formas de Distribución	10
1.6.3.4.1. Distribución por Gravedad	10
1.6.3.4.2. Distribución por bombeo	11
1.6.3.5. Parámetros de Diseño Hidráulico	12
1.6.3.6. Tuberías de Distribución	13
1.6.3.6.1. Pérdidas de carga en tuberías	14
1.6.3.6.2. Análisis Hidráulico	15

1.6.3.7. Accesorios.....	19
1.6.4. El Riego	22
1.6.4.1. Técnicas de Riego.....	23
1.6.4.1.1. Eficiencia del riego.....	25
1.6.4.2. Suelos Agrícolas	26
1.6.4.3. Propiedades Físicas de los Suelos.....	26
1.6.4.3.1. Textura del suelo	26
1.6.4.3.2. Estructura	30
1.6.4.3.3. Densidad.....	31
1.6.4.3.4. Porosidad.....	32
1.6.4.3.5. Profundidad	33
1.6.4.4. Clasificación del agua del suelo	33
1.6.4.4.1. Capacidad de Campo	34
1.6.4.4.2. Punto de marchitez permanente	34
1.6.4.4.3. Humedad Total Aprovechable (HTA)	35
1.6.4.5. Necesidades Hídricas.....	35
1.6.4.5.1. Evaporación.....	36
1.6.4.5.2. Transpiración	37
1.6.4.5.3. Evapotranspiración	37
1.6.4.5.4. Evapotranspiración de Referencia (ETo)	38
1.6.4.5.5. Variables Climáticas	41
1.6.4.5.5.1. Temperatura del Aire.....	41
1.6.4.5.5.2. Velocidad del viento	41
1.6.4.5.5.3. Humedad Atmosférica	42
1.6.4.5.5.4. Radiación Solar	43
1.6.4.5.6. Coeficiente del Cultivo (Kc).....	44
1.6.4.5.7. Evapotranspiración del cultivo (ETc).....	45

1.6.4.5.8. Etapas de desarrollo del cultivo	46
1.6.4.5.9. Precipitación Efectiva.....	47
1.6.4.6. Software CROPWAT 8.0	48
CAPÍTULO 2	50
2. METODOLOGÍA	50
2.1. Ubicación	50
2.2. Levantamiento de Información	51
2.3. Levantamiento Topográfico.....	53
2.4. Identificación de puntos de riego.....	55
2.5. Requerimiento de agua para cultivos	56
2.5.1. Análisis de datos meteorológicos.....	56
2.5.1.1. Temperatura del aire	58
2.5.1.2. Precipitación.....	60
2.5.1.3. Velocidad del Viento.....	61
2.5.1.4. Humedad Relativa.....	63
2.5.2. Cálculos de las necesidades hídricas de los cultivos	64
2.6. Elaboración de los planos del sistema	70
2.7. Simulación hidráulica en el software EPANET	71
2.8. Elaboración del presupuesto referencial	72
CAPÍTULO 3	73
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
3.1. Población Servida	73
3.2. Resultados del Levantamiento Topográfico.....	74
3.3. Resultados de las Necesidades Hídricas de los cultivos	76
3.4. Trazado de la red de riego	78
3.5. Resultados de diámetros, velocidades y presiones	79
3.6. Presupuesto Referencial del Sistema.....	86

3.7. Socialización de los resultados del proyecto con la Comunidad.....	88
CAPÍTULO 4	89
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
4.1. CONCLUSIONES	89
4.2. RECOMENDACIONES	91
5. BIBLIOGRAFÍA	92
6. ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach	14
Tabla 2. Clases texturales de suelos	29
Tabla 3. Características del suelo del Tablón	30
Tabla 4. Valores medios de Densidad Aparente.....	32
Tabla 5. Valores medios de porosidad	33
Tabla 6. Porcentaje de humedad a capacidad de campo	34
Tabla 7. Métodos para analizar la Evapotranspiración de referencia.....	40
Tabla 8. Efecto de los factores climáticos sobre las necesidades hídricas	43
Tabla 9. Información de la Estación Meteorológica	58
Tabla 10. Datos de temperatura media mensual durante el periodo 2012-2019.....	58
Tabla 11. Datos de precipitación media mensual durante el periodo 2012-2019	60
Tabla 12. Datos de velocidad del viento media mensual durante el periodo 2012-2019..	61
Tabla 13. Datos de humedad media mensual durante el periodo 2012-2019	63
Tabla 14. Datos de factores climáticos y evapotranspiración de referencia	66
Tabla 15. Resultados de Precipitación efectiva	67
Tabla 16. Coeficiente de cultivo en tres fases de desarrollo	68
Tabla 17. Etapa de crecimiento, mes de siembra y altura de los cultivos	69
Tabla 18. Profundidad radicular de los cultivos.....	69
Tabla 19. Cantidad de agricultores y tipos de cultivos en la comunidad de San José del Tablón	73
Tabla 20. Posicionamiento de Estaciones principales y auxiliares.....	74
Tabla 21. Cultivos con mayor necesidad de riego por mes.....	76
Tabla 22. Requerimiento de agua de los cultivos	76
Tabla 23. Meses de Riego de los cultivos.....	77
Tabla 24. Longitud total de los tramos de la red	79
Tabla 25. Resumen de las tuberías para el caudal concesionado de 5 l/s.....	80
Tabla 26. Resumen de las tuberías para caudal de riego de 15.47 l/s.....	81
Tabla 27. Presupuesto para el caudal concesionado de 5 lt/s	86
Tabla 28. Presupuesto para caudal de riego de 15.47 lt/s	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de abastecimiento de agua para riego.....	7
Figura 2. Red cerrada de distribución de agua.....	9
Figura 3. Red abierta de distribución de agua.....	9
Figura 4. Distribución de agua por gravedad.....	10
Figura 5. Líneas de distribución por gravedad.....	11
Figura 6. Distribución de agua por bombeo.....	12
Figura 7. Cargas en los extremos de una tubería.....	15
Figura 8. Perfil de una tubería a presión	21
Figura 9. Colocación de válvulas de aire y desagüe en la tubería	22
Figura 10. Riego mediante gravedad y bombeo.....	23
Figura 11. Riego por aspersión	24
Figura 12. Pérdidas por infiltración y escorrentía	25
Figura 13. Triángulo de texturas del suelo	27
Figura 14. Apariencia de un suelo arcilloso.....	28
Figura 15. Apariencia de un suelo limoso.....	28
Figura 16. Apariencia de un suelo arenoso	29
Figura 17. Efecto de la estructura sobre la infiltración	31
Figura 18. Evaporación del agua	36
Figura 19. Necesidades de agua.....	38
Figura 20. Factores que influyen en la evapotranspiración de un cultivo de referencia ...	40
Figura 21. Rangos extremos de Kc para cultivos desarrollados	44
Figura 22. Efecto de la evaporación sobre Kc.....	45
Figura 23. Rangos típicos esperados de Kc para las cuatro etapas de desarrollo.....	47
Figura 24. Presentación del software CROPWAT 8.0	48
Figura 25. Pantalla principal de Cropwat 8.0.....	49
Figura 26. Pantalla de entrada de datos climáticos	49
Figura 27. Ubicación del proyecto de riego	51
Figura 28. Socialización con la comunidad	52
Figura 29. Ubicación del tanque de reserva y canal de conducción	53
Figura 30. Ubicación de la primera estación topográfica	54
Figura 31. Estación total ubicada en el primer punto.....	54

Figura 32. Presencia de neblina y lluvia durante el levantamiento topográfico	55
Figura 33. Reconocimiento de puntos de riego con GPS Manual.....	56
Figura 34. Ubicación de la estación meteorológica	57
Figura 35. Ubicación de la comunidad con respecto a la estación meteorológica	57
Figura 36. Datos de temperatura media mensual durante el periodo 2012-2019	59
Figura 37. Datos de precipitación media mensual durante el periodo 2012-2019.....	61
Figura 38. Datos de velocidad del viento media mensual durante el periodo 2012-2019	62
Figura 39. Datos de humedad media mensual durante el periodo 2012-2019.....	64
Figura 40. Altura total de agua en el Tanque de reserva.....	71
Figura 41. Cantidad de agricultores y tipos de cultivos en la comunidad de San José del Tablón	74
Figura 42. Trazado de la red de riego	78
Figura 43. Representación de las tuberías con diámetros de 75mm	80
Figura 44. Puntos con presiones menores a 10m.c.a.....	82
Figura 45. Modelamiento de la red Dinámico	83
Figura 46. Modelamiento de la red Estático	84
Figura 47. Resultados de la simulación dinámica para el caudal de 15,47 l/s	85

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Conservación de la energía.....	16
Ecuación 2. Principio de Continuidad	17
Ecuación 3. Pérdida de carga.....	17
Ecuación 4. Pérdida de carga de Darcy-Weisbach	17
Ecuación 5. Número de Reynolds.....	18
Ecuación 6. Coeficiente de fricción (f).....	18
Ecuación 7. Pérdidas localizadas o menores.....	19
Ecuación 8. Pérdidas totales de energía.....	19
Ecuación 9. Eficiencia de la aplicación de riego.....	26
Ecuación 10. Densidad Real.....	31
Ecuación 11. Densidad Aparente.....	32
Ecuación 12. Porosidad del suelo.....	33
Ecuación 13. Capacidad de Campo.....	34
Ecuación 14. Punto de marchitez permanente.....	35
Ecuación 15. Humedad total aprovechable.....	35
Ecuación 16. Requerimiento de agua de los cultivos	35
Ecuación 17. Evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith	39
Ecuación 18. Temperatura media del aire	41
Ecuación 19. Velocidad del viento	42
Ecuación 20. Humedad relativa atmosférica.....	42
Ecuación 21. Evapotranspiración del cultivo	45
Ecuación 22. Precipitación efectiva	48
Ecuación 23. Radiación neta	65
Ecuación 24. Radiación de onda corta	65
Ecuación 25. Radiación solar entrante	65
Ecuación 26. Radiación de onda larga	66
Ecuación 27. Radiación en un día despejado	66
Ecuación 28. Conversión de unidades para determinar RAC	70

RESUMEN

La comunidad de San José del Tablón no dispone de un sistema de distribución de agua para riego, por tal razón muchos sembríos se han visto afectados, este problema llevó a la población a usar agua de consumo humano para regar los cultivos lo cual es un delito según la ley de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua.

Este proyecto tiene como fin realizar los planos de las redes de distribución de agua para riego de cultivos y estimar un presupuesto referencial del proyecto, estos documentos serán entregados a los representantes de San José del Tablón, para que realicen la construcción de las redes y de esa manera aprovechar eficientemente el caudal suministrado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

El presente proyecto se lo realizó en las siguientes etapas: reconocimiento del lugar, socialización con la población que requiere el agua para riego, elaboración de encuestas, levantamiento topográfico, identificación del punto de riego en las diferentes parcelas, cálculos para determinar la necesidad de riego, elaboración de planos del trazado de redes, análisis de diámetros, velocidades, presiones y la elaboración del presupuesto referencial del sistema.

Para la determinación de la necesidad de riego, se utilizó información meteorológica brindada por el Fondo para la Protección del Agua FONAG y se evaluó el requerimiento de agua mediante un software creado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO denominado CROPWAT 8.0 que además programa un sistema para riego.

En la parte hidráulica se utilizó el software EPANET, que evalúa sistemas de distribución de agua, el trazado de las redes se ejecutó en el software CIVIL 3D el cual es una herramienta útil para las obras civiles.

La construcción del sistema de distribución facilitará a la población regar eficientemente sus cultivos y permitirá mejorar la condición de trabajo de las personas que se dedican a la agricultura.

Palabras clave: Red de distribución, levantamiento topográfico, caudal, necesidad de riego, meteorológica, presupuesto referencial, CROPWAT.

ABSTRACT

The community of San José del Tablón does not have an irrigation water distribution system, for this reason many crops have been affected, this problem led the population to use water for human consumption to irrigate crops, which is a crime according to the law of water resources, uses and exploitation of water.

The purpose of this project is to draw up the plans for the water distribution networks for crop irrigation and to estimate a reference budget for the project. These documents will be delivered to the representatives of San José del Tablón, to carry out the construction of the networks and that way, efficiently take advantage of the flow supplied by the National Council of Water Resources.

This project was carried out in the following stages: recognition of the place, socialization with the population that requires water for irrigation, preparation of surveys, topographic survey, identification of the point of irrigation in the different plots, calculations to determine the need for irrigation, elaboration of plans of the network layout, analysis of diameters, speeds, pressures and the elaboration of the system's reference budget.

Meteorological information provided by the FONAG Water Protection Fund was used to determine the need for irrigation and the water requirement was evaluated using software created by the Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO called CROPWAT 8.0 which also programs a system for irrigation.

In the hydraulic part, the EPANET software that evaluates water distribution systems was used, the layout of the networks was carried out in the CIVIL 3D software, which is a useful tool for civil works.

The construction of the distribution system will make it easier for the population to irrigate their crops efficiently and will improve the working conditions of people who are engaged in agriculture.

Key words: *Distribution network, topographic survey, flow, need for irrigation, meteorological, referential budget, CROPWAT.*

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de la humanidad el uso del agua ha ido incrementando, actualmente el agua tiene diversos fines de consumo como son: pecuario, industrial, agrario, minero, energético, recreativo, población y piscícola, por tal razón se comprende que el agua es fundamental para toda actividad y por ende debe tener un aprovechamiento adecuado (Fuentes, 2018).

El crecimiento poblacional acelerado y las dificultades técnicas mayores han sido el principal inconveniente al momento de proveer a la población de servicios básicos como agua potable, alcantarillado y saneamiento (CONAGUA, 2015).

Según el Art.12 de la Constitución de la República del Ecuador, el agua es un derecho humano fundamental e irrenunciable de uso público y esencial para la vida, es decir; todas las personas gozan de derechos del buen vivir y por consiguiente ser partícipe de los servicios básicos antes mencionados (*CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*, 2008).

Actualmente el 70% de las zonas húmedas naturales se ha perdido a nivel mundial y se ha evidenciado que el estrés hídrico ha ido aumentando en varios países más, se estima que para garantizar el acceso al agua potable en el año 2030 se debe realizar inversiones para mejorar infraestructuras, promover prácticas de higiene y adecuar instalaciones sanitarias (ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento, 2019).

La población beneficiada con los servicios básicos ha incrementado en los últimos años, según datos estadísticos se tiene una cobertura de agua potable en el DMQ de 99.21%, cobertura de agua potable en las parroquias de 98.10% y cobertura de alcantarillado en el Distrito Metropolitano de Quito de 93.90% (EPMAPS, 2018).

San José del Tablón es una de las comunidades de la Parroquia de Pifo, este sector se caracteriza por sus elevadas pendientes de terreno que pueden superar el 60%, estos relieves predominantes dan origen a un alto riesgo de erosión del suelo el cual es destinado para uso agrícola y de pastoreo, la erosión origina suelos con poca profundidad afectando

así el desarrollo radicular provocando la disminución de cultivos (CAPSERVS MEDIOS, 2015, p. 17).

El Tablón se encuentra formado por suelos de fertilidad moderada, actualmente estos suelos están destinados a la agricultura y a la ganadería, por largos periodos de tiempo se han efectuado actividades agrícolas que provocan el deterioro del suelo por el mal manejo del mismo, esto genera como resultado suelos menos fértiles y poco productivos.

Las variaciones de las condiciones climáticas en el sector favorecen el desarrollo de la agricultura y ganadería, entre los cultivos que más se producen se encuentran hortalizas, papa y maíz, la parroquia cuenta con varias fuentes de agua superficiales y subterráneas; el Tablón obtiene agua para consumo humano desde una captación que se encuentra en el sector de Peñas Blancas ubicada a tres horas del lugar (CAPSERVS MEDIOS, 2015, p. 31).

Los terrenos presentan grandes extensiones que superan los 3000 m², por tal razón la densidad poblacional es baja, esto ha llevado a considerar la disminución de las extensiones de los terrenos, para así dar lugar a proyectos de viviendas e incrementar la cantidad de habitantes (CAPSERVS MEDIOS, 2015, p. 103).

Del total de hectáreas que conforman los suelos agrícolas de Pifo, solamente el 41% presenta cobertura de superficies con riego y el 59% corresponde a las superficies sin riego, esto da a notar que existe carencia de riego que se refleja en la extensión de pasto cultivado (CAPSERVS MEDIOS, 2015, p. 96).

El presente trabajo “Desarrollo de un sistema de riego para la población de San José del Tablón”, es un proyecto de vinculación social, que pretende encontrar información sobre las redes de distribución de agua para riego y requerimientos hídricos para cultivos, esperando que sirva en la toma de decisiones por parte de las autoridades comunales para la implementación de la red en el sector y lograr el manejo eficiente del agua para los cultivos.

Con la construcción del sistema de distribución la población tendrá acceso al agua de riego permanentemente, permitiendo realizar labores agrícolas más intensas e incrementando la productividad de la tierra notablemente.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema de riego para la población de San José del Tablón parroquia Pífo

1.1.2. Objetivo Específico

- Determinar la necesidad de riego para los diferentes cultivos de la zona
- Trazar las redes de riego y determinar diámetros, velocidades y presiones
- Elaborar el presupuesto referencial del sistema
- Socializar los resultados del proyecto con la comunidad de San José del Tablón

1.2. Planteamiento del Problema

En la comunidad de San José del Tablón la cantidad de agua que es destinada para irrigación de cultivos se ha visto afectada por la presencia de industrias aledañas, por este motivo la población gestionó para obtener un caudal fijo mediante la concesión legal de agua.

Las actividades principales que realizan las personas de la comunidad son: agrícolas, ganaderas, comerciales e industriales, asumiendo como base principal la responsabilidad ambiental (*GAD PIFO*, 2019).

Una de las industrias que ha intervenido en la disminución de agua para riego es NOVOPAN, esta industria posee certificación ambiental Punto Verde, pero eso no ha impedido el uso excesivo de agua que necesita para el manejo de la tierra donde producen más de 1 millón de plantas de pino radiata, eucalipto, ciprés y acacias por año, estas plantas requieren de una tierra húmeda por lo cual debe estar en constante riego (*CAPSERVS MEDIOS*, 2015, p. 89).

Debido a la disminución de agua que presentó la comunidad del Tablón, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos asignó el caudal de 5lt/s los cuales son para uso específico de riego en cultivos.

La comunidad no ha conseguido hacer uso eficiente de esta concesión debido a la falta de un sistema de distribución de agua para riego, cuentan con un sistema de abastecimiento que llega a un tanque de reserva el cual se encuentra inhabilitado ya que no está conectado

a ninguna red de distribución. Además se desconoce si la cantidad asignada abastecerá o no al sector agrícola de la comunidad.

La población requiere de un sistema de distribución que se desarrollará desde el tanque reservorio existente hasta las diferentes parcelas, actualmente la población utiliza agua lluvia para el riego, pero en época de verano utilizan agua destinada para consumo humano lo cual ya es sancionado (SENAGUA, 2015).

1.3. Justificación

Es importante que las redes de distribución de agua garanticen el suministro necesario para los cultivos, debido a que existen suelos con baja capacidad de retención que deben estar en constante riego (Sela, 2017).

Las redes de distribución deben encontrarse en óptimas condiciones de trabajo; ya que, si se presenta una interrupción en el suministro de agua esto representará pérdidas económicas para el agricultor (Reca et al., 2002).

La comunidad de San José del Tablón construyó un canal abierto para la conducción de agua desde la captación hasta el tanque de reserva, pero se requiere de una red de distribución para conducir el agua desde este reservorio hasta las parcelas.

Actualmente existe una sustitución de las redes tradicionales de canales abiertos por la instalación de tuberías a presión, este cambio ha conseguido varios beneficios como son: ahorro en la cantidad de agua, presión adecuada para el riego y estabilidad en el suministro (Reca et al., 2002).

Para el desarrollo de este proyecto se requerirá de la siguiente información: levantamiento topográfico del sector, levantamiento de información necesaria para determinar las necesidades hídricas, puntos de entrega de agua, requerimientos de caudal, velocidad y presión.

Con la ejecución de este proyecto se aprovechará adecuadamente el caudal aprobado por la concesión mediante el diseño de la red de distribución de agua para riego, permitiendo así mejorar la condición de trabajo de las personas que se dedican a la agricultura y de esa

manera la comunidad ya no tendrá la necesidad de usar agua destinada para consumo humano en el riego de cultivos.

La instalación de la red permitirá obtener un mayor rendimiento en el uso del agua y facilitará a la población regar sus cultivos eficientemente con el caudal suministrado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.

1.4. Antecedentes

San José del Tablón es una de las comunidades de la Parroquia de Pífo, que cuenta con una autorización de uso y aprovechamiento de agua para riego de 5 l/s, la infraestructura existente consta de un tanque repartidor, canal de conducción, desarenador, reservorio revestido, línea de conducción principal, tal como consta en el Informe de pertenencia de intervención de riego parcelario realizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) en el año 2017.

El MAGAP propuso en el año 2017 realizar un estudio para tecnificar un área de riego que abastezca el caudal de 5 l/s y mediante el reservorio obtener un caudal de 10 l/s para regar un área de entre 10 a 20 Ha.

1.5. Alcance

Este proyecto pretende proporcionar una solución para la distribución de agua para riego en la comunidad de San José del Tablón, la cual se encuentra conformada por personas que viven del trabajo agrícola que actualmente utilizan agua destinada para consumo humano en la irrigación.

Con la ejecución de este proyecto la población contará con la información topográfica de la zona, principalmente de las calles por las cuales se planteará el pre-diseño de las redes primarias del sistema de riego, con ello la población gestionará el financiamiento para la construcción de la obra para riego.

Este proyecto se efectúa con la finalidad de obtener un estudio técnico que comprenda planos de la red de distribución que va a ser usada para el riego, características de los materiales del sistema, así como el presupuesto referencial detallado del proyecto, para que sea usado por las autoridades pertinentes de la comunidad del Tablón y que se facilite su futura implementación.

Al contar con un estudio técnico de la distribución del recurso, podrán recibir de manera efectiva la concesión del caudal legalmente asignada.

1.6. Marco Teórico

1.6.1. Definición del Riego

La irrigación se conoce como la aplicación artificial de agua sobre el terreno, con el objetivo de abastecer a las plantas la humedad que requieren para desarrollarse adecuadamente, además de asegurar las cosechas contra las sequías y disolver las sales que se encuentran en el suelo, el riego puede realizarse de diferentes maneras: por inundación, por surcos, por riego subterráneo y por aspersion (García, 2003).

1.6.2. Tanques de Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento tienen la función de asegurar la presión y la cantidad de agua disponible en la red, estos tanques se clasifican en elevados, superficiales y enterrados, los tanques de distribución cuentan con un determinado volumen total de almacenamiento de agua (CONAGUA, 2015, p. 50).

La tubería que entra al tanque se la conoce como línea de conducción, la cual es diseñada con el caudal máximo diario (QMD) y la tubería que sale del tanque se la conoce como línea de alimentación, la cual es diseñada en función del caudal máximo horario (QMH) en el día de máxima demanda, dando como resultado que la línea de alimentación conduzca un mayor caudal en el lapso de las horas de mayor demanda; por el contrario, la línea de conducción transportará un caudal menor, asegurando el abastecimiento por la presencia del tanque de regulación (CONAGUA, 2015, p. 51).

El tanque de almacenamiento cuenta con la capacidad de regular el abastecimiento de la fuente y la demanda; mientras que, los tanques de regulación permiten regular las presiones en la red, elevar la presión en los sectores que se encuentren lejos de los tanques de almacenamiento y permiten regular la carga de las bombas (CONAGUA, 2015, p. 51).

La selección del tanque depende de las características topográficas del terreno y de la disponibilidad del terreno, entre los tanques más usados se encuentran:

- Tanques Enterrados: Se emplean cuando la cota del terreno es adecuada para el correcto funcionamiento de la red, estos tanques protegen el agua de los cambios bruscos de temperatura, la desventaja es que requieren de grandes excavaciones.
- Tanques Superficiales: Estos tanques se ubican sobre la superficie del terreno, la instalación de estos tanques se realiza cuando la tierra es dura y para no perder altura, es recomendable que el nivel mínimo del tanque con respecto al punto más alto por abastecer sea 15m.
- Tanques Elevados: Estos tanques se ubican sobre estructuras, por lo general se instalan cuando la topografía del terreno es plana ya que no se cuenta con elevaciones naturales. Es preferible que estos tanques se ubiquen en el centro del sector y así mantener presiones uniformes (CONAGUA, 2015, p. 52).

1.6.3. Red de distribución de Agua

Las redes de distribución son un conjunto de tuberías y accesorios que distribuyen el agua desde el tanque de reserva hasta los usuarios en cantidad y presión adecuada (CONAGUA, 2015, p. 1).

A continuación se muestra un sistema de abastecimiento de agua para riego (Figura 1).

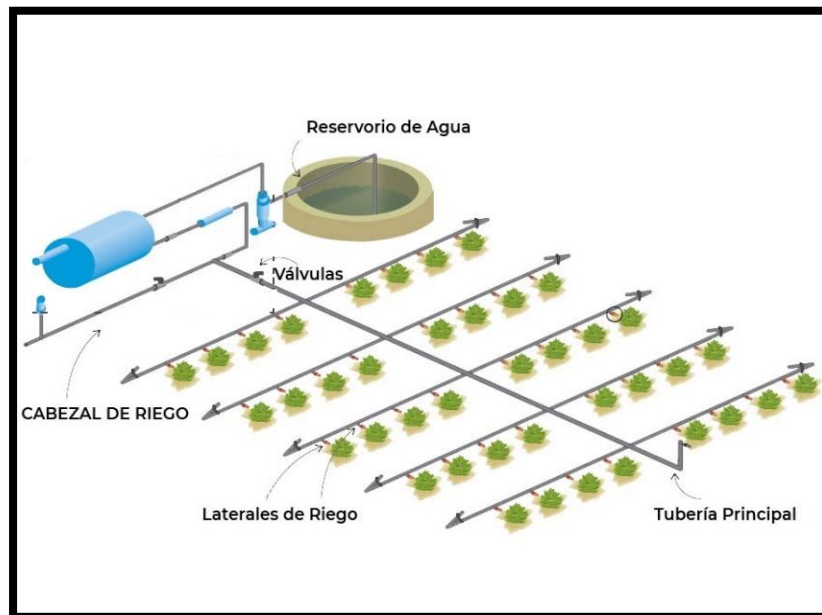


Figura 1. Sistema de abastecimiento de agua para riego

Fuente: (CONAGUA, 2015).

Según la función a desempeñar y el diámetro de las tuberías, las redes de distribución de agua se clasifican en: redes matrices o principales y en redes menores o secundarias (EMAAP-Q, 2008, p. 79).

1.6.3.1. Red Matriz o Principal

Son aquellas que conforman las mallas principales de la red de distribución, su función es conducir el agua desde el tanque de reserva hacia las redes secundarias (EMAAP-Q, 2008, p. 79).

Para la red principal se considera un diámetro mínimo de 100 mm; sin embargo, los diámetros varían dependiendo de las localidades, en zonas urbanas se puede tener diámetros de 75 mm, en zonas rurales diámetros de 50 mm y en grandes localidades diámetros de 500 mm (CONAGUA, 2015, p. 5).

No se debe realizar conexiones domiciliarias desde la red principal, especialmente para tuberías que estimen diámetros mayores a 12" o 300 mm.

La red matriz se debe ubicar en áreas cerca de los consumidores mayores, en calles de fácil acceso que permitan las labores de mantenimiento de las tuberías, por lo general se debe realizar la instalación de la red en zonas verdes y en zonas sin pavimentar para evitar reconstrucciones, y cerca de áreas que tengan instalados hidrantes para el control de incendios (EMAAP-Q, 2008, pp. 79-82).

1.6.3.2. Red Menor o Secundaria

Las redes menores son aquellas que conducen el agua hacia las parcelas y consumidores mayores desde la red principal.

Las redes secundarias pueden clasificarse en circuitos cerrados o de ramal abierto dependiendo de la topografía, vialidad, viabilidad y ubicación de las fuentes de abastecimiento (EMAAP-Q, 2008, pp. 79-82).

1.6.3.2.1. Red Cerrada o Mallada

En este tipo de sistema las tuberías se encuentran interconectadas creando mallas o circuitos cerrados, consiguen abastecer cualquier sector en el mismo instante por más de una tubería (Aguirre, 2015, p. 114).

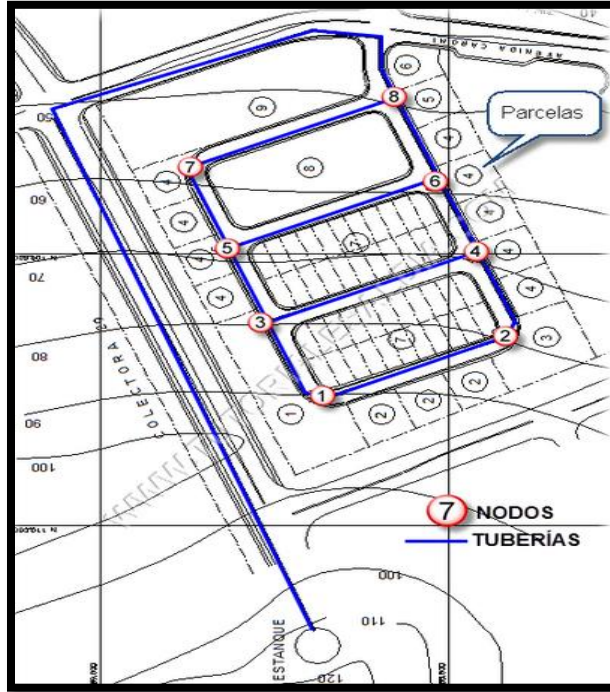


Figura 2. Red cerrada de distribución de agua

Fuente: (Portilla, 2015)

1.6.3.2.2. Red Abierta o Ramificada

Este tipo de redes se encuentran formadas por un ramal principal y una serie de ramificaciones, por lo general finalizan en puntos ciegos que son sitios sin interconexiones. Las características topográficas son el principal factor que impide formar circuitos cerrados (Aguirre, 2015, p. 113).

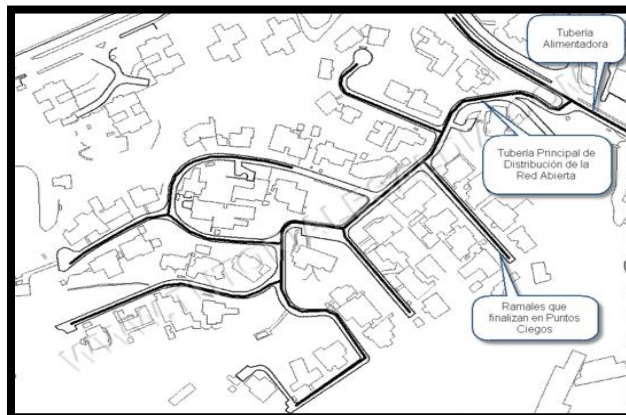


Figura 3. Red abierta de distribución de agua

Fuente: (Portilla, 2015)

1.6.3.3. Requisitos de los Sistemas de Distribución

Los sistemas de distribución de agua deben cumplir con determinados requisitos para su funcionamiento, entre ellos están:

Dotar de agua en cantidad adecuada a todos los usuarios del sistema y suministrar la cantidad suficiente de agua en cualquier punto de la red. (EMAAP-Q, 2008, p. 79).

1.6.3.4. Formas de Distribución

Las formas de distribución de agua dependen de la localidad de la población y características topográficas del lugar, entre las maneras existentes de distribuir el agua se encuentran; distribución por gravedad y distribución por bombeo (CONAGUA, 2015, p. 8).

1.6.3.4.1. Distribución por Gravedad

Este método consiste en conducir el agua desde el tanque reservorio hacia los usuarios por medio de la gravedad, esta forma de distribución permite obtener una presión constante y adecuada en la red.

Este método es recomendable cuando favorezcan las cotas del terreno, ubicando el tanque de reserva en un nivel alto (CONAGUA, 2015, p. 8).

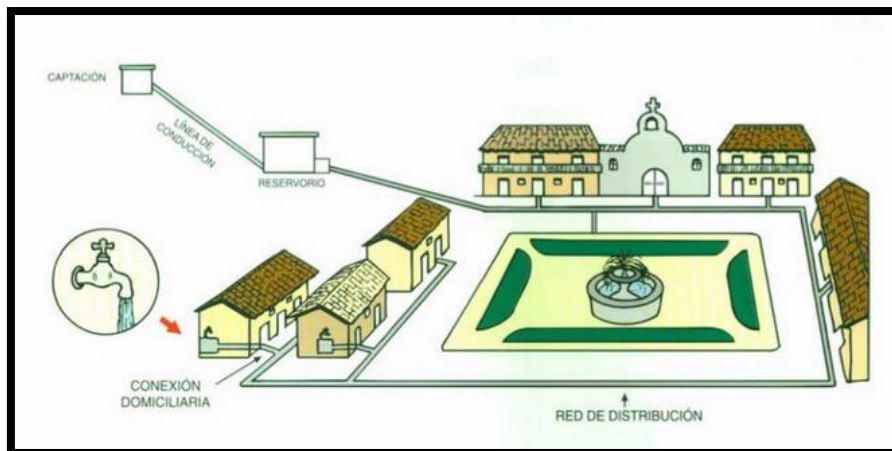


Figura 4. Distribución de agua por gravedad

Fuente: (Blas, 2001)

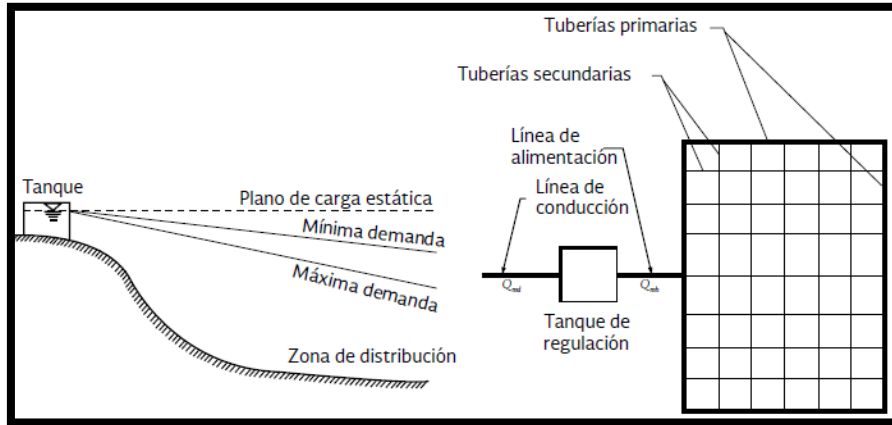


Figura 5. Líneas de distribución por gravedad

Fuente: (CONAGUA, 2015)

1.6.3.4.2. Distribución por bombeo

Este método consiste en el abastecimiento directo a la red por medio del uso de bombas, este sistema es poco recomendado, debido a que un problema en la parte eléctrica significa la paralización total del servicio de agua.

Normalmente este tipo de sistema no es utilizado para el riego, debido a que es un sistema altamente vulnerable a fallas técnicas, además las partículas que contiene el agua para riego pueden ocasionar fácilmente daños en las bombas.

Los cambios de presión ejercida por las bombas se conducen directamente hacia la red, por lo cual este método requiere emplear varias bombas para suministrar el agua con la presión requerida (CONAGUA, 2015, pp. 8-10).

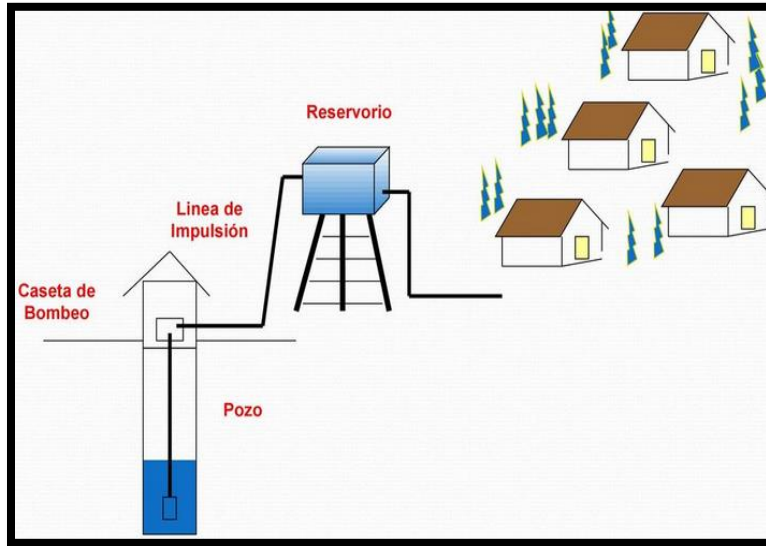


Figura 6. Distribución de agua por bombeo

Fuente: (Espinoza, 2015)

1.6.3.5. Parámetros de Diseño Hidráulico

Es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros para el diseño de los sistemas de distribución de agua:

- Periodo de diseño: Este parámetro está basado en el tamaño del sector donde se va a implementar la red, puede modificarse dependiendo de la zona de diseño, el tiempo establecido para el diseño de la red matriz debe ser de 30 años debido a que abastecen a grandes zonas, mientras que el periodo de diseño de las redes secundarias debe regirse al tiempo en que se alcanzará la población de saturación.
- Caudal de diseño: La red de distribución de agua debe diseñarse en función del caudal de diseño de riego que será la necesidad máxima de riego.
- Presión de diseño: La presión en la red de distribución debe ser la necesaria para riego por aspersión. Según Fernández (2010), la presión baja, media y alta de los aspersores es:
 - Baja presión: presiones menores a $(2.5 \text{ Kg/cm}^2) = 25 \text{ m.c.a.}$
 - Media Presión: $(2.5 - 4 \text{ Kg/cm}^2) = 25 - 40 \text{ m.c.a.}$
 - Alta Presión: presión superior a $(4 \text{ Kg/cm}^2) = 40 \text{ m.c.a.}$
- Velocidad de diseño: La máxima velocidad en la red de distribución debe ser de 3m/s.

- Diámetros de diseño: El diámetro mínimo de la red secundaria en la ciudad es de 75mm (3") y en las parroquias de 50mm (2").
- Distancias Mínimas a otras redes: La distancia mínima entre la red de distribución de agua y la red de alcantarillado debe ser de 1,5m horizontalmente y 0,5m verticalmente, por lo general la red de agua debe ubicarse en la parte Norte y Este.
- Profundidad Mínima: La profundidad mínima de la tubería de distribución no tiene que ser menor a 1,2m desde la clave hasta la superficie, esta característica está relacionada con las cargas exteriores que soportará la tubería.

1.6.3.6. Tuberías de Distribución

Para la elección de las tuberías de distribución es necesario considerar algunos parámetros, como son:

Capacidad de conducción, durabilidad, rugosidad, economía, facilidad de conexión y mantenimiento, resistencia mecánica y resistencia a la corrosión.

La resistencia mecánica le permite a la red soportar elevadas cargas externas, como son cargas estáticas y dinámicas, por ejemplo, el relleno de la zanja y el tráfico respectivamente. Además, la resistencia mecánica le permite a la red soportar cargas internas, como son la presión hidrostática y el golpe de ariete (CONAGUA, 2015, p. 11).

El golpe de ariete también conocido como fenómeno transitorio hidráulico, es considerado como un cambio instantáneo en la presión, el cual ocurre cuando hay una variación repentina de velocidad o dirección del agua, si no se controla el golpe de ariete se presentará la rotura de la tubería causada por la sobrepresión o por depresión (Lahlou, 2012).

La durabilidad está basada en el grado en el cual la tubería proporciona su servicio satisfactoriamente bajo las condiciones de uso, se puede denominar a la durabilidad como el tiempo de vida útil de la tubería, la resistencia a la corrosión es la capacidad de la tubería a resistir aguas y suelos agresivos que perjudican la pared interna y externa del tubo dando lugar a una baja capacidad de conducción; y por consiguiente, terminando con la vida útil de la tubería (CONAGUA, 2015, p. 11).

La capacidad de conducción depende de que tan lisa se encuentre la pared interior de la tubería, para establecer la facilidad de circulación del agua en la tubería se maneja un factor o coeficiente de rugosidad que depende del material de la tubería, condiciones en las que se localice y edad, logrando establecer las pérdidas por fricción (CONAGUA, 2015, p. 12).

Según el tipo de material las tuberías pueden clasificarse en; poliéster reforzado (GRP), polietileno de alta densidad (PEAD), policloruro de vinilo (PVC), hierro dúctil (HD) y acero con revestimiento anticorrosivo (A) (EMAAP-Q, 2008, p. 83).

Según la normativa de la EMAAP-Q (2008), cuando se utiliza tuberías de policloruro de vinilo (PVC), es recomendable usar accesorios, codos, cruces, tees y yees en acero con uniones mecánicas.

Dentro de la parte económica, se tiene que considerar la accesibilidad inmediata a las tuberías y piezas, tiempo de entrega, disponibilidad para regresar piezas defectuosas, costo de instalación y tipo de uniones (CONAGUA, 2015, p. 12).

1.6.3.6.1. Pérdidas de carga en tuberías

Para calcular las pérdidas por fricción en tuberías a presión, es factible utilizar la ecuación de Darcy-Weisbach, la cual es aplicable para cualquier condición de flujo. Para la determinación de la ecuación se aplica un coeficiente de rugosidad absoluta (K_s), el cual varía dependiendo del material de la tubería (EMAAP-Q, 2008, p. 84).

Tabla 1. Coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach

Clase de tubería y revestimiento interno	COEFICIENTE K_s (mm)
PVC	0.120
Polietileno	0.120
GRP	0.120
Acero con revestimiento interno de coal-tar enamel o Epoxi	0.120
CCP	0.240
Hierro dúctil y acero con revestimiento interno en mortero de cemento	0.240

Fuente: (EMAAP-Q, 2008)

Para sistemas de riego a gravedad y/o presurizados, es viable hacer uso de tuberías de policloruro de vinilo (PVC), las cuales se rigen al control de calidad de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1373; mientras que, las tuberías de baja presión para uso agrícola se basan en la NTE INEN 1369 (PLASTIGAMA, 2019, p. 8).

Entre las ventajas que tienen las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) se encuentran: el bajo peso facilita el transporte e instalación, el módulo de elasticidad admite una alta resistencia a las sobrepresiones hidrostáticas, la composición del PVC permite una alta resistencia al ataque de aguas y suelos agresivos, no permite la formación de incrustaciones en las paredes interiores, alto grado de hermeticidad y permite realizar deflexiones durante la instalación (PLASTIGAMA, 2019, p. 8).

1.6.3.6.2. Análisis Hidráulico

Cuando la red de distribución está trabajando a presión y los caudales que circulan no varían con el tiempo se lo denomina régimen permanente o red estática.

Por el contrario, cuando una red de distribución está trabajando a presión y los gastos varían con el tiempo se lo denomina régimen no permanente o red dinámica (CONAGUA, 2015, p. 73).

Para determinar cargas y caudales en una tubería se emplea la ecuación de la conservación de la energía y la ecuación de continuidad.

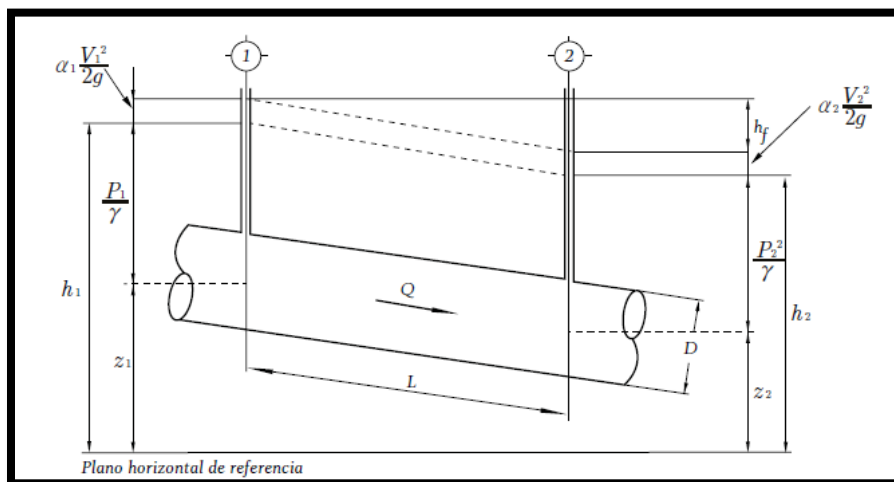


Figura 7. Cargas en los extremos de una tubería

Fuente: (CONAGUA, 2015)

En la Figura 7 se observa una tubería de longitud L, que se encuentra trabajando a presión, al utilizar la ecuación de la conservación de la energía entre las dos secciones se obtiene:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Ecuación 1. Conservación de la energía

Donde:

Z= Carga de Posición

P= Presión

V= Velocidad

G= Aceleración de la gravedad

γ = Peso específico del agua

α = Coeficiente de Coriolis

h_f = Pérdida de carga debido al rozamiento

Realizando la siguiente igualación en la ecuación de la conservación de la energía. se obtiene:

$$h_1 = Z_1 + \frac{P_1}{\gamma}$$

$$h_2 = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma}$$

Esta igualación da como resultado:

$$h_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = h_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f$$

Seguidamente al aplicar la ecuación de la continuidad se obtiene:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

$$V_1 = V_2 = V$$

Ecuación 2. Principio de Continuidad

Donde:

A= Área transversal de la sección (m²)

V= Velocidad en la sección (m/s)

Seguidamente aceptando que $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$ en la igualación de la ecuación de conservación de energía, dará como resultado la ecuación de pérdida de carga que se produce entre las dos secciones:

$$h_f = h_1 - h_2$$

Ecuación 3. Pérdida de carga

La pérdida de carga que se produce en las tuberías se determina mediante la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 4. Pérdida de carga de Darcy-Weisbach

Donde:

f = Coeficiente de pérdidas (adimensional)

L = Longitud de la tubería (m)

V= Velocidad media del flujo (m/s)

D= Diámetro de la tubería (m)

g = Aceleración gravitacional (m/s²)

h_f = Pérdida de energía por fricción (m)

El coeficiente de pérdidas (f), está en base de la rugosidad de las paredes de las tuberías, este coeficiente se encuentra en función del número de Reynolds:

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

Ecuación 5. Número de Reynolds

Donde:

V= Velocidad del fluido

D= Diámetro de la tubería

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

Para calcular el coeficiente de pérdidas (f), es factible aplicar la ecuación de Coolebrook y White, la cual es aplicable para número de Reynolds mayores a 4000 en tubos comerciales.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\epsilon}{3.71D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Ecuación 6. Coeficiente de fricción (f)

Donde:

ϵ = Rugosidad Absoluta de la pared interior del tubo (mm)

Cabe mencionar que el efecto corrosivo del agua y el tiempo de vida útil de la tubería, afectan el valor de la rugosidad absoluta. Por otra parte se consigue determinar el coeficiente de fricción (f) mediante el diagrama de Moody (CONAGUA, 2015, p. 75).

En las redes se presentan pérdidas de energía que son el resultado de obstrucciones o cambios bruscos de dirección, estos cambios son causados por accesorios de la propia tubería como son; codos, tees, yees, medidores, válvulas, entre otras piezas que componen a las tuberías (Jiménez, 2017). (Véase anexo 1)

Las pérdidas menores o por accesorios (hl) se determinan mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$h_l = k \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 7. Pérdidas localizadas o menores

Fuente: (SEMARNAT, 2015, p. 14)

Donde:

k= Coeficiente para el cálculo de perdidas locales (adimensional)

$\frac{v^2}{2g}$ = Carga de velocidad

Las pérdidas totales de energía (Hf), están en base de las pérdidas de energía por fricción (hf) o pérdidas mayores y de las pérdidas locales (hl) o perdidas menores o por accesorios (SEMARNAT, 2015, p. 10).

$$H_f = h_f + h_l$$

Ecuación 8. Pérdidas totales de energía

Fuente: (SEMARNAT, 2015, p. 14)

1.6.3.7. Accesorios

Para el diseño de tuberías de conducción es necesario la implementación de diversos accesorios como son; válvulas, tees, yees, uniones, cruces, codos, entre otros. Los accesorios complementarios y las tuberías deben tener relación entre sí, con respecto a presiones, diámetros, espesores y en lo posible al material (EMAAP-Q, 2008, p. 86).

Las válvulas dependiendo su funcionamiento permiten aislar tramos de tuberías para mantenimiento o reparación, cambiar de dirección el flujo, drenar las redes, permitir la entrada o salida del aire, y cambios de presión.

Las válvulas según su función se clasifican en: aislamiento o seccionamiento y de control, entre las válvulas de aislamiento se encuentran; válvulas de compuerta y válvulas de mariposa; por el contrario, entre las válvulas de control se encuentran; válvulas de altitud, válvulas de entrada y salida del aire, válvulas de presión, válvulas de globo, válvulas de retención y válvulas de desagüe (CONAGUA, 2015, p. 24).

- Válvula de desagüe

Este tipo de válvulas se ubican en las partes bajas de la red de conducción, con el objetivo de facilitar el vaciado y la limpieza de las tuberías cuando sea necesario y en lo factible drenar al alcantarillado (EMAAP-Q, 2008, p. 86).

- Válvula de aire

Este tipo de válvulas se ubican en las partes más altas de la red de conducción para evitar el bloqueo de la red durante su llenado, y así posibilitar la salida de aire acumulado (EMAAP-Q, 2008, p. 86).

- Válvula de compuerta

Este tipo de válvulas se ubican al inicio de cada tramo de la red, facilitando las labores de mantenimiento o revisión y permitiendo llenar las tuberías por tramos. Este tipo de válvula debe usarse cuando se necesite un cierre o apertura total de la tubería (CONAGUA, 2015, p. 28).

- Válvula de mariposa

Este tipo de válvulas se usan para la alimentación de subsectores, estas deben estar instaladas en cámaras de concreto con espacio suficiente para medidores de caudal y presión (EMAAP-Q, 2008, p. 86).

Esta válvula se la usa como reguladora de caudal en condiciones bajas de caudal y presión, en ocasiones puede sustituir a la válvula de compuerta cuando se presenta en la red diámetros grandes y presiones bajas (CONAGUA, 2015, p. 27).

- Válvulas reductoras de presión

Este tipo de válvulas se emplean para reducir la presión aguas arriba a una presión prefijada aguas abajo, independientemente de los cambios de caudal y/o presión. Generalmente se utiliza para suministrar a las zonas bajas de servicio (CONAGUA, 2015, p. 29).

- Válvulas de retención

También llamadas válvulas check, estas son unidireccionales y se utilizan para evitar contraflujos, tienen funcionamiento automático, este tipo de válvulas tiene como

inconvenientes que generan ondas de presión dando lugar al golpe de ariete originando daños en las válvulas y tuberías (CONAGUA, 2015, p. 30).

Las tuberías de presión se instalan de forma ascendente o descendente según el diseño planteado, para un correcto funcionamiento las tuberías deben situarse por debajo de la línea piezométrica (Figura 8).

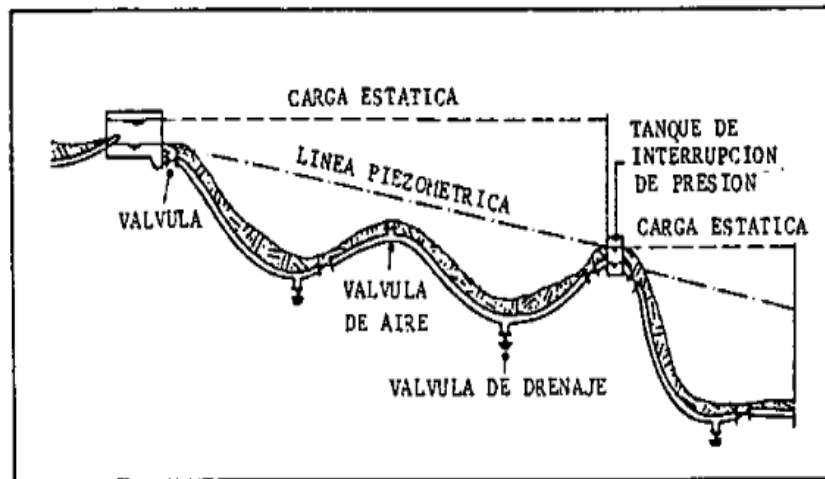


Figura 8. Perfil de una tubería a presión

Fuente: (León & Valarezo, 2011)

Para un correcto llenado y vaciado de las tuberías es necesario la implementación de válvulas de admisión y expulsión de aire; estas válvulas realizan doble función, a medida que una tubería se llena de agua, el aire debe ser expulsado de manera suave y uniforme para minimizar las sobretensiones. Del mismo modo, después de que una tubería se drene, se debe admitir aire en la tubería para evitar la formación de vacío, lo que puede colapsar algunas tuberías o causar sobretensiones en el sistema (American Water Works Association, 2001).

Cuando la tubería está en funcionamiento, en las partes altas el aire que viene disuelto en el agua se va acumulando, el agua que recorre en las tuberías tiene aproximadamente un 2% de aire y para que sea eliminado es necesario la implementación de válvulas eliminadoras de aire en las partes altas (Figura 9).

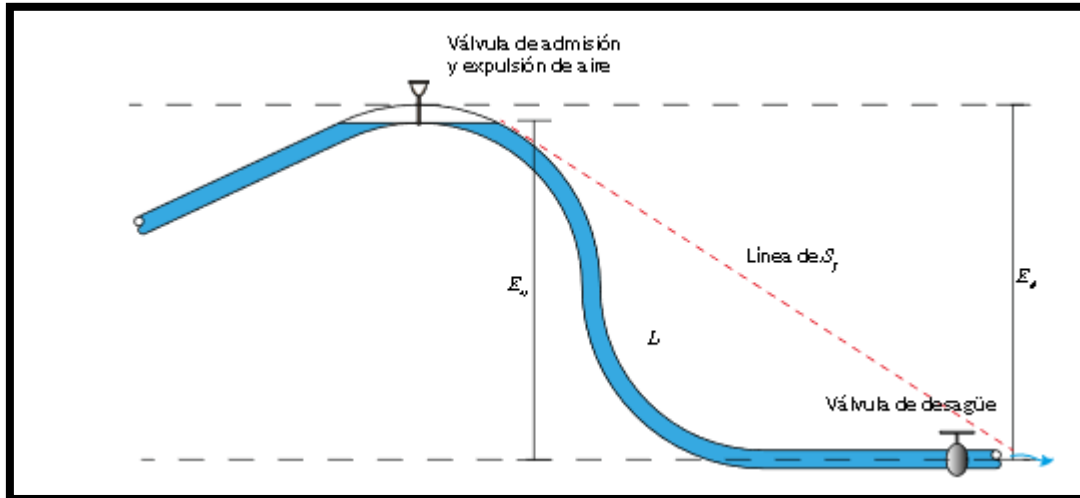


Figura 9. Colocación de válvulas de aire y desagüe en la tubería

Fuente: (SEMARNAT, 2015, p. 18)

1.6.4.El Riego

El riego consiste en la aplicación del agua sobre el área de plantación de un modo artificial para que los cultivos puedan obtener la humedad que necesitan para su crecimiento (Cisneros, 2003, p. 77).

El riego eficiente implica que el agua no se debe aplicar directamente a la planta sino a la zona radicular, la aplicación pertinente del agua es necesaria de manera que no se presente déficit ni exceso de humedad en las plantas, para ello es necesario que la cantidad de agua que se emplea sea la cantidad de agua que la planta consume.

Para usar eficiente y racionalmente el agua, es justo conocer las relaciones que existen entre el suelo, la planta y el agua; para ello, se debe identificar las propiedades físicas del suelo y las propiedades fisiológicas de las plantas, las cuales afectan el movimiento, la capacidad de retención y consumo del agua, por lo tanto es necesario considerar estas propiedades para el diseño, mantenimiento y operación de los sistemas de riego (Hurtado, 2005, pp. 418-420).

1.6.4.1. Técnicas de Riego

La falta de humedad del suelo en el sector agrícola afecta negativamente al desarrollo del cultivo y por consiguiente a su rendimiento, si el suelo presenta un contenido de agua bajo es necesario que se la reponga de tal manera que las plantas puedan abastecerse fácilmente, para reponer el contenido de agua se emplean métodos de riego, es importante usar un método eficiente para que el cultivo disponga de más cantidad de agua (Demin, 2014, p. 3).

Entre las técnicas más comunes de la irrigación se encuentran: por superficie, aspersión y localizado. El agua destinada para riego llegará a las parcelas mediante la energía producida por la diferencia de altura o mediante la energía suministrada por bombas para que obtenga la presión necesaria (Fernández, 2010, pp. 5-6).

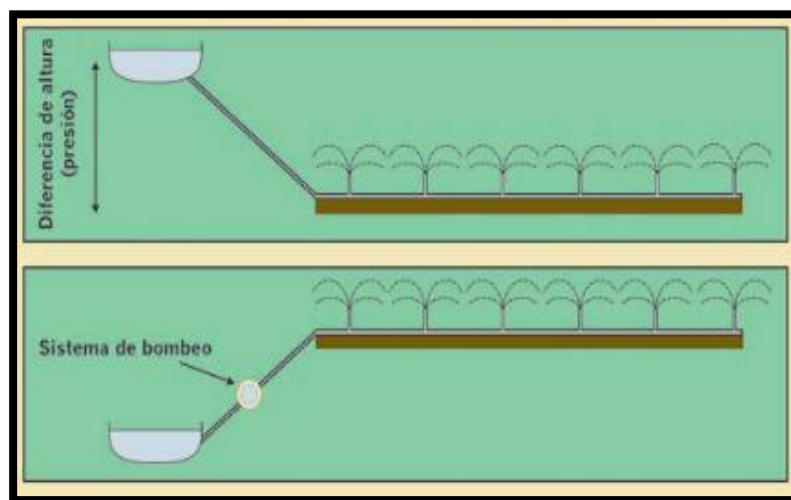


Figura 10. Riego mediante gravedad y bombeo

Fuente: (Fernández, 2010)

En la técnica de riego por aspersión y localizado es necesario que circule una determinada presión que logre superar las diferencias de cotas, las rugosidades de las paredes de las tuberías y los accesorios que forman parte de la red, permitiendo así un eficiente funcionamiento de los aspersores.

Los aspersores permiten que el agua riegue la superficie del terreno en forma de lluvia, para ello es indispensable contar con la presión adecuada, cuando el agua sale por el aspersor inmediatamente el viento toma control de la gota distribuyéndola irregularmente

sobre el terreno, provocando una disminución en la uniformidad de la aplicación del agua (Fernández, 2010, pp. 17-20).



Figura 11. Riego por aspersión

Fuente: (Fernández, 2010)

El riego por aspersión tiene algunas ventajas como son; facilidad de regar terrenos no uniformes, puede realizarse en cualquier tipo de suelo, permite realizar el lavado de sales del suelo, permite la combinación del agua de riego con sustancias fertilizantes. Este método además presenta algunos inconvenientes como son; la parte económica, el alto costo energético que necesita para alcanzar las presiones adecuadas y disminución de la uniformidad debido al viento.

El movimiento de los aspersores se debe a la presión que lleva el agua al momento de la salida, el alcance que se origina depende además del tipo de aspersor, los más usados en riego son; aspersores de impacto, aspersores de turbina, aspersores rotativos, aspersores sectoriales y circulares; siendo los aspersores de turbina y rotativos los más usados en jardinería y horticultura limitando su uso en la agricultura extensiva (Fernández, 2010, pp. 26-27).

1.6.4.1.1. Eficiencia del riego

Es necesario regar los cultivos de una manera eficiente, con el objetivo de disminuir las pérdidas de agua, se considera a la eficiencia de riego como la cantidad de agua disponible que queda en la tierra luego de ser regada, las pérdidas que se presentan en el riego son:

- Pérdidas por infiltración profunda o percolación, estas pérdidas causan el estancamiento de agua por debajo de la zona radicular.
- Pérdidas por escurrimiento, estas pérdidas originan que partes del suelo no reciban la cantidad adecuada de humedad (Demin, 2014, p. 3).

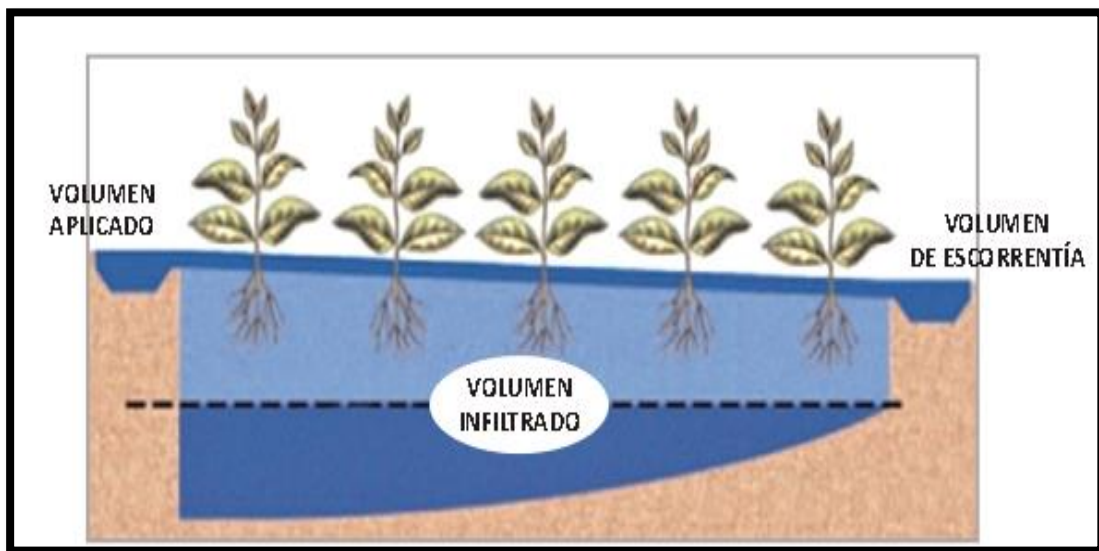


Figura 12. Pérdidas por infiltración y escurrimiento

Fuente: (Fernández, 2010)

Para disminuir las pérdidas que se originan en el riego, es necesario analizar la infiltración del suelo para que se produzca un riego eficiente.

La infiltración se conoce como el proceso por el cual el agua lluvia o el agua de riego ingresa al suelo por medio de la superficie hacia las zonas internas, este parámetro depende principalmente de la textura del suelo ya sea arena, limo o arcilla, siendo el suelo arenoso el que cuenta con una mayor capacidad de infiltración que los suelos arcillosos (Demin, 2014, p. 4).

La eficiencia de la aplicación se establece mediante la relación de la lámina bruta (Lb) que compensa las pérdidas mediante la aplicación de cantidades superiores y la lámina requerida o neta (Ln) (López, 2007, p. 32).

$$E_a = \frac{L_n}{L_b}$$

Ecuación 9. Eficiencia de la aplicación de riego

Ea= Eficiencia de la aplicación

Ln= Lámina requerida o neta

Lb= Lámina necesaria de aplicar o bruta

1.6.4.2. Suelos Agrícolas

El suelo no es únicamente el que mantiene y alimenta a la planta, sino es un sistema que almacena materia orgánica, agua, rocas, microorganismos y sustancias que actúan en el crecimiento de las plantas; además, el suelo es influenciado por factores medio ambientales y genéticos los cuales intervienen sobre el desarrollo de los cultivos (Cisneros, 2003, p. 11).

El suelo está conformado por partículas que tienen distintas formas y tamaños, las cuales se originan por la degradación de las rocas y por la descomposición de animales y plantas, dando lugar a las partículas minerales y a las partículas orgánicas respectivamente, la unión de estas partículas forma agregados y la unión de estos forma terrones. Entre las uniones de las partículas se crean poros los cuales pueden ser capilares o macro poros, en estos poros se almacena agua y aire, los poros almacenan aire cuando el suelo está seco y después del riego se encuentran llenos de agua (Cadena, 2014, p. 17).

1.6.4.3. Propiedades Físicas de los Suelos

El movimiento del agua en la parte interna del suelo depende de sus propiedades físicas como son; textura, estructura, densidad, porosidad y profundidad.

1.6.4.3.1. Textura del suelo

La textura del suelo está relacionado con la formación de partículas que según su dimensionamiento son: arena, limo y arcilla con diámetros de 2-0.02 mm, 0.02-0.002 mm y menor de 0.002 mm respectivamente. Dependiendo de la textura del suelo se puede distinguir varios factores como son; capacidad de retención, permeabilidad, porosidad y compactación (Hurtado, 2005, p. 422).

A las partículas de arena se las puede observar fácilmente y son de estructura rugosa, a las partículas de limo se las puede identificar con un microscopio su estructura es en forma de harina y las partículas de arcilla igualmente se identifican con el uso de un microscopio y cuando se mojan tienen una estructura viscosa.

Los suelos arenosos poseen baja capacidad de retención y alta velocidad de infiltración, se los debe regar con mayor frecuencia; los suelos arcillosos cuentan con una alta capacidad de retención y baja velocidad de infiltración por ello no se los debe regar con alta frecuencia (Cadena, 2014, pp. 18-19).

Se puede determinar la textura de los suelos mediante el uso del triángulo de texturas, el cual se utiliza conociendo la composición cuantitativa de arena, limo y arcilla, mediante un estudio de granulometría (Dorronsoro, 2019).

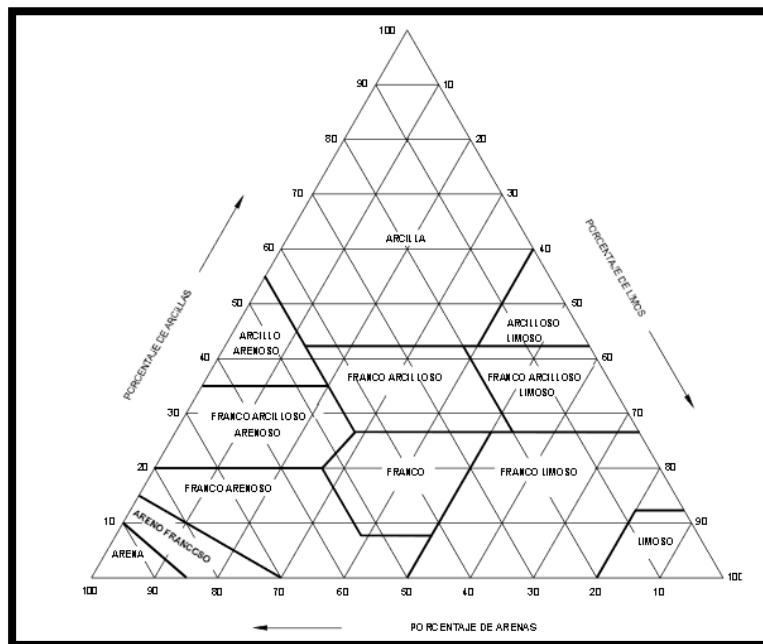


Figura 13. Triángulo de texturas del suelo

Fuente: (Cisneros, 2003)

En el campo se puede determinar la textura mediante pruebas simples de tacto, para ello se realiza estas pruebas cuando el suelo este húmedo o ligeramente mojado y después de quitar las gravas u otros materiales mayores a 2 mm.

Según la FAO (2009) estas pruebas de tacto se las determina de la siguiente manera:

Para determinar si el suelo es arcilloso, este se adhiere a los dedos en forma pegajosa, se lo puede moldear, tiene gran plasticidad y es ligeramente brillante después de haber sido apretado en los dedos (Figura 14).



Figura 14. Apariencia de un suelo arcilloso

Fuente: (USDA, 2005)

Para determinar si el suelo es limoso, este no es pegajoso, es ligeramente moldeable, tiene textura áspera y da una sensación de harina luego de haber sido apretado en los dedos.



Figura 15. Apariencia de un suelo limoso

Fuente: (USDA, 2005).

Para determinar si es arenoso no se tiene que adherir a los dedos, se siente granuloso y no se puede moldear.



Figura 16. Apariencia de un suelo arenoso

Fuente: (USDA, 2005)

Para que estas pruebas realizadas en campo se las puede ubicar dentro del triángulo de texturas existen algunas características para poder identificarlos como se indica a continuación (Tabla 2):

Tabla 2. Clases texturales de suelos

CARACTERISTICAS	TEXTURAS
No es harinoso, granuloso, fino entre los dedos, débilmente moldeable	Areno Francoso
Es moderadamente harinoso, granuloso, fino entre los dedos, débilmente moldeable	Franco Arenoso
Muy harinoso y no cohesivo, se sienten algunos granos	Franco Limoso
Muy harinoso y no cohesivo, no se sienten granos	Limoso
Superficie áspera, se desmenuza luego de apretar, muy granuloso y no pegajoso	Franco arenoso
Superficie áspera, se desmenuza luego de apretar, granos moderadamente arenosos	Franco
Superficie áspera, se desmenuza luego de apretar, no granuloso, algo pegajoso	Franco Limoso
Superficie áspera, ligeramente brillante luego de apretar, pegajoso y granuloso	Arenoso
Se ve y se sienten algunos granos, superficie moderadamente brillante	Franco arcilloso
Se sienten algunos granos, alta plasticidad, superficie brillante	Arcilloso
No hay granos visibles, plasticidad baja	Franco arcilloso limoso
No hay granos visibles, plasticidad alta, superficie moderadamente brillante	Arcillo Limoso
No deja material fino en los dedos	Arenoso

Fuente: (FAO, 2009)

El suelo de la Parroquia San José del Tablón tiene las siguientes características:

Tabla 3. Características del suelo del Tablón

Características	Información
Piso Altitudinal	Alto
Textura	Franco Arenoso
Profundidad	>50cm
Agentes de erosión	Viento

Fuente: (MAGAP, 2017)

1.6.4.3.2. Estructura

Como lo menciona Cadena (2014), la materia orgánica representa el factor de formación de estructuras de mayor tamaño del suelo, debido a que actúa como material cementante y facilita la unión de partículas que se encuentran en el suelo dando lugar a agregados y terrones.

Existen diversos tipos de estructuras, las cuales son óptimas para regar y otras por el contrario son muy deficientes para cultivar; entre los tipos de estructuras se encuentran las siguientes; prismático, bloques, laminar, migajozo, granular y columnar.

La estructura granular es la más adecuada para el riego, debido a que el agua se infiltra adecuadamente y tiene conveniente capacidad de retención; por el contrario la estructura laminar es la menos adecuada para el riego debido a que el agua no puede circular con facilidad y originan charcos. El deterioro de la estructura del suelo se debe a acciones antropogénicas, a factores medio ambientales y a la baja cantidad de materia orgánica.

La Figura 17 indica la relación existente entre la infiltración que es un factor importante en el riego con respecto a la estructura de los suelos, se observa que los suelos granulares y de grano suelto tienen una velocidad de infiltración rápida, los suelos de estructura prismática y blocosa tienen una velocidad de infiltración media o moderada y los suelos de estructura masiva y laminar tienen una velocidad de infiltración lenta.

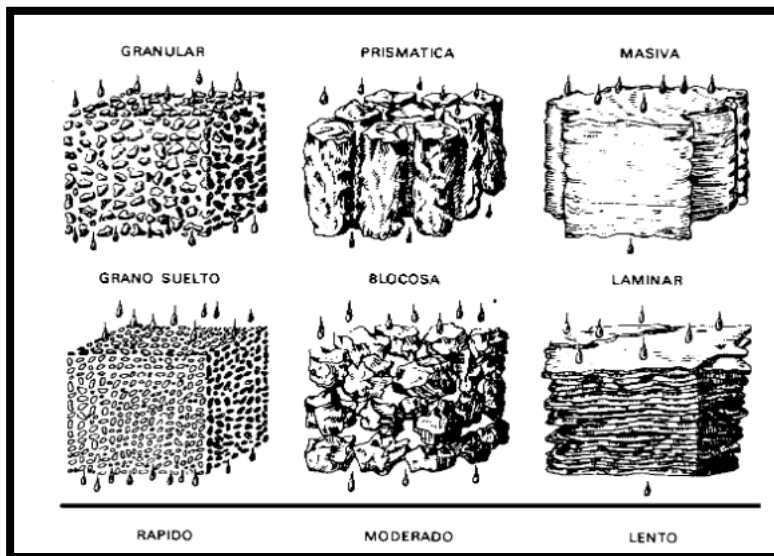


Figura 17. Efecto de la estructura sobre la infiltración

Fuente: (Cisneros, 2003)

1.6.4.3.3. Densidad

La densidad del suelo está determinada como la masa por su volumen (Kg/m^3), debido a la presencia de sólidos y poros o huecos, se identifican distintas clases de densidades que son: densidad real y densidad aparente (Arturo García, 2013).

La densidad real es aquella que involucra solamente a la fase sólida, es decir materia orgánica y minerales, este valor depende de los constituyentes del suelo, es la relación entre el peso del suelo seco a 105°C sobre el volumen del suelo (Cadena, 2014, p. 24).

La densidad real se la define como casi constante debido a que su valor varían entre 2.60 g/cm^3 y 2.75 g/cm^3 (Cisneros, 2003, p. 23)

$$D_r = \frac{P_s}{V_s}$$

Ecuación 10. Densidad Real

Donde:

D_r : Densidad Real (g/cm^3)

P_s : Peso del suelo seco (g)

Vs: Volumen del suelo (cm³)

Por el contrario la densidad aparente es aquella que involucra a la fase sólida y al espacio poroso, es muy variable debido a la textura del suelo, ya que unos presentan más espacios porosos que otros (Cadena, 2014, p. 25).

$$D_a = \frac{P_s}{V_t}$$

Ecuación 11. Densidad Aparente

Donde:

Da: Densidad Aparente (g/cm³)

Ps: Peso del suelo seco (g)

Vt: Volumen Total (Fase sólida y parte porosa) (cm³)

Por consiguiente la densidad aparente es menor que la densidad real, debido a que los poros forman gran parte del volumen total del suelo. La densidad aparente varía con relación a la textura y a la materia orgánica, esta densidad se analiza mediante varios métodos como son; método de campo, método del terrón y método del petróleo (Cisneros, 2003, p. 21).

Tabla 4. Valores medios de Densidad Aparente

TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE (gr/cm³)
ARENA	1.6 - 1.7
FRANCO	1.3 - 1.4
ARCILLA	1.0 - 1.2
SUELO ORGANICO	0.7 - 1.0

Fuente: (Cisneros, 2003)

1.6.4.3.4. Porosidad

La porosidad es la parte del suelo que se encuentra formada por poros, la porosidad representa el volumen de aire que puede ser ocupado con agua hasta llegar al punto de saturación, entre los valores típicos de porosidad e encuentran; arena (30%), suelo franco (50%), arcilla (65%) (Cadena, 2014, p. 25).

$$Pr = \left(\frac{Dr - Da}{Dr} \right) 100$$

Ecuación 12. Porosidad del suelo

Donde:

Pr: Porosidad del suelo

Dr: Densidad Real

Da: Densidad Aparente

Tabla 5. Valores medios de porosidad

TEXTURA DEL SUELO	% DE POROSIDAD
ARENA	30
FRANCO	50
ARCILLA	65

Fuente: (Cisneros, 2003)

1.6.4.3.5. Profundidad

La profundidad del suelo es una propiedad importante que debe ser considerada al momento del riego, debido a que mientras más profundo sea el suelo las raíces podrán abarcar más cantidad de agua y lograrán tener mayor extensión.

La profundidad del suelo depende de los distintos cultivos que se siembren en él, cada cultivo tiene una profundidad radicular distinta, por lo cual el tipo de suelo es un factor elemental en el riego, en suelos superficiales arenosos se corre el riesgo de que se presenten pérdidas de agua debido a la percolación, por el contrario los suelos profundos son recomendados debido a que almacenan gran cantidad de agua para que las plantas puedan abastecerse (Cadena, 2014, p. 27).

1.6.4.4. Clasificación del agua del suelo

El suelo retiene una cierta cantidad de agua de la cual una parte es para el uso exclusivo de las plantas, por ello para diseñar el sistema de riego es importante identificar qué

cantidad de agua que presenta el suelo se encuentra aprovechable para las zonas de plantación.

Esta característica que presenta el suelo se debe a que el agua es retenida entre distintos niveles de humedad, los cuales son: la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente (Hurtado, 2005, p. 423).

1.6.4.4.1. Capacidad de Campo

Es la máxima cantidad de agua almacenada en la tierra, bajo condiciones de saturación hídrica posteriormente luego de haber drenado libremente durante uno a tres días.

La capacidad de campo CC se determina mediante una formula práctica empírica que es adaptable al triangulo de texturas, debido a que implica el porcentaje de arena, limo y arcilla del suelo (Cisneros, 2003, p. 40).

$$CC = (\%arcilla)(0.555) + (\%limo)(0.187) + (\%arena)(0.027)$$

Ecuación 13. Capacidad de Campo

Tabla 6. Porcentaje de humedad a capacidad de campo

TEXTURA DEL SUELO	PORCENTAJE DE HUMEDAD A CAPACIDAD DE CAMPO
ARENA	5 a 9
FRANCO ARENOSO	10 a 20
FRANCO	15 a 30
FRANCO ARCILLOSO	25 a 35
ARCILLA	30 a 70

Fuente: (Cisneros, 2003)

1.6.4.4.2. Punto de marchitez permanente

Representa la cantidad de agua retenida por distintos factores como son: la gravedad, fuerzas capilares, absorción, provocando que las plantas no puedan abastecerse del recurso, dando como resultado marchitez permanente; además, el punto de marchitez depende tanto de las características del suelo como de la planta (Cisneros, 2003, p. 39).

$$PMP = \frac{CC}{1.84} \text{ ó } PMP = \frac{CC}{2.00}$$

Ecuación 14. Punto de marchitez permanente

1.6.4.4.3. Humedad Total Aprovechable (HTA)

La humedad total aprovechable también se conoce como humedad útil o reserva útil, y se determina mediante la sustracción de la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente (López, 2007, p. 30).

$$HTA = \theta_{cc} - \theta_{pmp}$$

Ecuación 15. Humedad total aprovechable

HTA= Humedad total aprovechable (cm³/cm³)

θ_{cc} = Contenido de humedad a capacidad de campo (cm³/cm³)

θ_{pmp} = Contenido de humedad a punto de marchitez permanente (cm³/cm³)

1.6.4.5. Necesidades Hídricas

Para determinar los requerimientos de agua que necesitan los cultivos, es necesario identificar la relación existente entre la atmosfera, agua, planta y suelo, los cuales tienen en relación la evaporación y la transpiración (Cadena, 2014, p. 61).

Identificar las necesidades hídricas de los cultivos es fundamental para realizar un sistema eficiente de riego, dotando a las plantas la cantidad suficiente de agua que necesitan.

La necesidad de riego o requerimiento de agua, se encuentra en función de la evapotranspiración del cultivo y la precipitación efectiva (FAO, 2006).

$$RAC = ET_c - P_e$$

Ecuación 16. Requerimiento de agua de los cultivos

RAC= Requerimiento de agua o Necesidad de riego (mm/d)

ETc= Evapotranspiración del cultivo (mm/d)

Pe= Precipitación Efectiva (mm)

1.6.4.5.1. Evaporación

Es el proceso por el cual el agua que se encuentra en estado líquido se transforma en vapor de agua, el agua se evapora de distintos lugares como son; ríos, lagunas, suelos y de la plantación mojada. Para que exista el cambio de líquido a gas se requiere de energía, la cual es provista de la radiación solar y de la temperatura ambiente (FAO, 2006, p. 1).

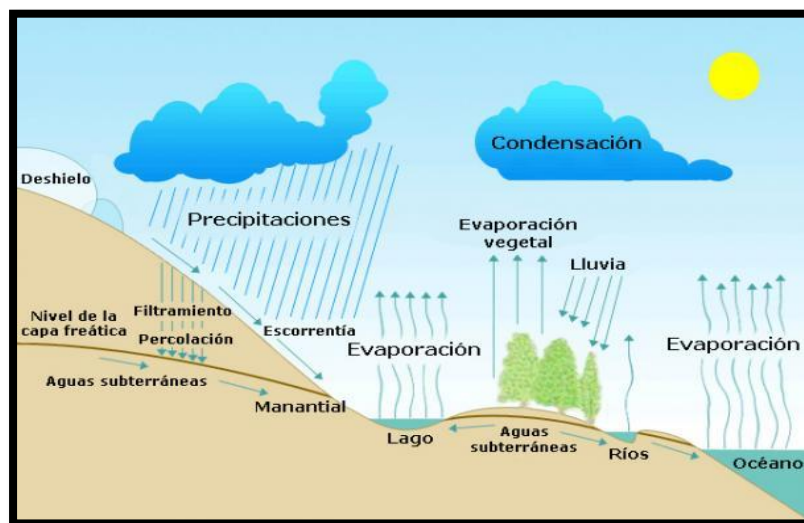


Figura 18. Evaporación del agua

Fuente: (Novillo, 2019)

Las precipitaciones constantes, la irrigación y el ascenso capilar en un suelo que tiene capa freática poco profunda, mantienen húmeda la superficie del suelo, logrando satisfacer la demanda de evaporación del suelo. En situaciones donde la irrigación y la precipitación tienen grandes intervalos de separación, la cantidad de agua en el suelo tiende a disminuir y por tal razón la superficie se seca, en este caso el agua ejerce control sobre la evaporación, causando que la evaporación disminuya totalmente (FAO, 2006, p. 1).

Por lo tanto, mientras más seco sea el ambiente y mayor sea la temperatura del aire, existirá mayor evaporación; además de, cuanto más húmeda sea la superficie del suelo ya que el agua estará disponible para ser evaporada (Durán, 2015, p. 86).

1.6.4.5.2. Transpiración

La transpiración consiste en la vaporización del agua que se encuentra en los tejidos de la planta y su inmediata remoción hacia la atmósfera, el agua que pierden las plantas es por medio de los estomas, los cuales son orificios en las hojas por donde traspasan los gases y vapor de agua hacia la atmósfera.

Tanto la evaporación como la transpiración dependen de factores climatológicos como son; la radiación, la temperatura del aire, humedad y velocidad del viento.

Los factores que influyen en la apertura y cierre de los estomas son:

- Intensidad de la luz: mientras mayor sea la intensidad de la luz existirá mayor intensidad de fotosíntesis, dando como producto mayor savia elaborada y por consiguiente mayor transpiración.
- Humedad, viento y temperatura: estos factores contribuyen en la salida de agua de la planta en forma de vapor, promoviendo la transpiración.
- Cantidad de agua almacenada en la planta: cuando existe déficit de agua en las plantas, los estomas tienen la capacidad de cerrarse para evitar pérdidas de agua (Durán, 2015, p. 58).

1.6.4.5.3. Evapotranspiración

La evapotranspiración se conoce como la combinación del agua transpirada por la planta por medio de los estomas y del agua evaporada desde la superficie del suelo hacia la atmósfera, la evapotranspiración (ET) se encuentra en unidad de lámina sobre unidad de tiempo (mm/día) (Cadena, 2014, p. 62).

En el instante que se cultiva, la mayor parte de la ET se presenta en forma de evaporación; por el contrario, cuando la cubierta vegetal es completa la ET se presenta en forma de transpiración (FAO, 2006, p. 3).

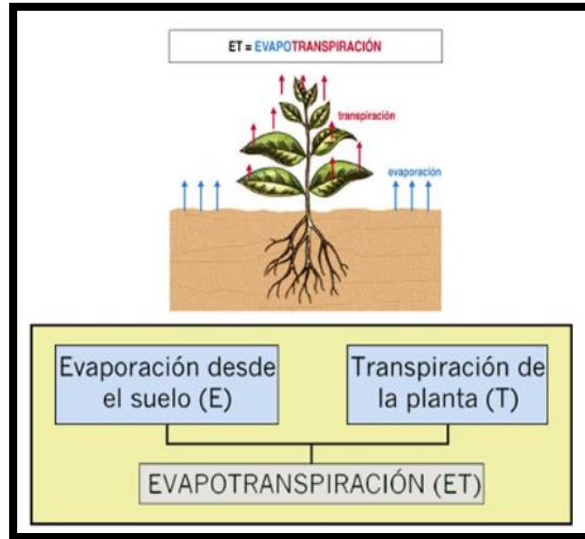


Figura 19. Necesidades de agua

Fuente: (Alcobendas & Moreno, 2012)

En la evaporación influyen distintos factores como son:

- Temperatura
- Radiación solar
- Humedad (menos humedad más evaporación)
- Presión atmosférica
- Viento (mas viento más vaporación)

Mientras que la transpiración se encuentra en función de:

- Variaciones estacionales e interanuales
- Tipo de planta
- Humedad del suelo
- Poder evaporante de la atmósfera (Ordoñez, 2011).

1.6.4.5.4. Evapotranspiración de Referencia (ET_o)

Esta evapotranspiración se encuentra basada en un cultivo de referencia “pasto” bien provisto de agua que se encuentra en condiciones óptimas de desarrollo, con ausencia de

plagas y con una cantidad adecuada de humedad presente en el suelo (Sánchez, 1992, p. 14).

La evapotranspiración de referencia (ET_o) depende únicamente de los parámetros climáticos despreciando las características del suelo y de los cultivos, por lo tanto la evapotranspiración de referencia (ET_o) indica el poder evaporante que ejerce la atmósfera sobre un determinado lugar (FAO, 2006, p. 7).

El método recomendado por la FAO (2006) para la determinación de la evapotranspiración de referencia (ET_o), es el que aplica el modelo de Penman-Monteith, el mismo que está basado en el uso de factores meteorológicos; además, es el método que más se aproxima a la evapotranspiración de referencia de distintas regiones.

Para aplicar el método de Penman-Monteith se necesitan datos de distintos factores meteorológicos, los cuales son empleados en la siguiente ecuación:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Ecuación 17. Evapotranspiración de referencia de Penman-Monteith

Donde:

- ET_o: Evapotranspiración de referencia (mm/día)
- R_n: Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ/m² día)
- G: Flujo del calor del suelo (MJ/m² día)
- T: Temperatura media del aire a 2m de altura (°C)
- U₂: Velocidad del viento a 2m de altura (m/s)
- E_s: Presión de vapor de saturación (kPa)
- E_a: Presión real de vapor (kPa)
- E_s - E_a: Déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ: Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa/ °C)
- γ: Constante psicométrica (kPa /°C)

En la ecuación 17, se identifica los factores que actúan directamente sobre la evapotranspiración, este método fue desarrollo considerando como cultivo de referencia a

un cultivo hipotético que presenta una altura de 0,12m, además de una resistencia superficial de 70 (s/m), lo cual identifica a una superficie de pasto en óptimas condiciones de crecimiento, de altura uniforme y regado apropiadamente (FAO, 2006, p. 24).

Por lo tanto, debido a las características que presenta la superficie de referencia es factible utilizar el método de Penman-Monteith, obteniendo valores de evapotranspiración (ET₀) consistentes en varias regiones.

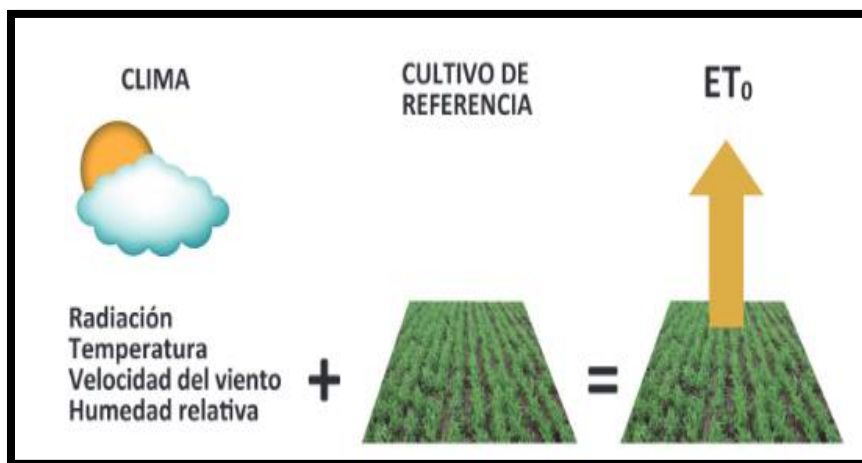


Figura 20. Factores que influyen en la evapotranspiración de un cultivo de referencia

Fuente: (Uribe, 2018)

Para determinar la evapotranspiración de referencia (ET₀) existen diversos métodos que utilizan distintos parámetros meteorológicos; sin embargo, para estimar correctamente la ET₀ es necesario utilizar el método que emplee la mayor cantidad de datos climáticos (Calderón, 2014, p. 15).

Tabla 7. Métodos para analizar la Evapotranspiración de referencia

	T	HR	Viento	Insolación	Radiación	Evaporación	Condiciones locales
Penman - Monteith (1992)	1	1	1	1	3		2
Evaporímetro clase A		2	2			1	1
Hargreaves (1989)	1	2	2	2			2
Blaney - Criddle (1977)	1	2	2	2			2

1: datos medidos 2: datos estimados 3: datos no indispensables pero convenientes

Fuente: (Calderón, 2014)

El método de Penman-Monteith entrega mejores resultados de evapotranspiración debido a que utiliza la mayor cantidad de parámetros meteorológicos como son: la temperatura ambiental, la humedad, velocidad del viento, horas de insolación y radiación.

1.6.4.5.5. Variables Climáticas

Entre los factores principales que determinan la evapotranspiración (ET) se encuentran las variables climáticas que son; la temperatura, velocidad del viento, humedad atmosférica y la radiación.

1.6.4.5.5.1. Temperatura del Aire

La temperatura depende del calor que emite la tierra y de la radiación que es absorbida por la atmósfera. La temperatura del aire es un factor importante en la evapotranspiración (ET), debido a que en un día con presencia de sol se perderá mayor cantidad de agua por evapotranspiración que en un día nublado (FAO, 2006, p. 29).

En la ecuación de Penman-Monteith, se aplica la temperatura media del aire en °C.

$$T_{media} = \frac{T_{máx} + T_{mín}}{2}$$

Ecuación 18. Temperatura media del aire

1.6.4.5.5.2. Velocidad del viento

El alto grado del viento y la turbulencia del aire, permiten la remoción de vapor de la superficie, si el aire que se encuentra saturado con vapor sobre la superficie evaporante no varía simultáneamente por un aire más seco, disminuye la capacidad de remoción de vapor y por consiguiente disminuye la evapotranspiración (ET) (FAO, 2006, p. 30).

El viento se origina normalmente cuando se presenta una diferencia de presión o de temperatura entre dos puntos, el viento tiende a desplazarse desde un punto con presión alta hacia un punto de presión baja. El instrumento que se usa para determinar la velocidad del viento es el anemómetro de cazoletas que además indica la dirección del viento (Rodríguez & Portela, 2004, p. 20).

La ecuación 19 se encuentra en función de la relación existente entre la velocidad del viento y la altura

$$u_2 = u_z \frac{4.87}{\ln(67.8z - 5.42)}$$

Ecuación 19. Velocidad del viento

Donde:

- U₂: Velocidad del viento a 2m sobre la superficie (m/s)
- U_z: Velocidad del viento medida a z m sobre la superficie (m/s)
- Z: Altura de la medición sobre la superficie

1.6.4.5.5.3. Humedad Atmosférica

La humedad del aire representa la cantidad de vapor de agua que se encuentra en la atmósfera, el vapor no procede únicamente de la evaporación de las plantas sino también proviene de la evaporación de océanos, lagos y otros seres vivos (Dury, 2013).

En zonas húmedas tropicales, la alta humedad del aire disminuirá la cantidad de evapotranspiración (ET), mientras que en zonas áridas consumen elevada cantidad de agua debido a la fuerza de extracción de vapor de la atmósfera y por tanto aumenta la evapotranspiración (ET) (FAO, 2006, p. 30).

La humedad puede expresarse de forma absoluta, específica o de forma relativa, la más usada es la humedad relativa, que es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y la cantidad que necesitaría para saturarse a temperaturas similares (León & Valarezo, 2011, p. 6).

$$HR = \frac{e}{E} * 100$$

Ecuación 20. Humedad relativa atmosférica

Donde:

HR: Humedad Relativa (%)

e: Presión real de vapor de agua en el aire

E: Presión de saturación de vapor de agua en el aire

Entre otras formas de expresar el contenido de humedad se encuentran:

- Humedad absoluta: Es la masa de vapor de agua (g), contenida en 1m³ de aire seco.
- Humedad específica: Es la masa de vapor (g), contenida en 1(Kg) de aire húmedo.
- Razón de mezcla: Es la masa de vapor de agua (g), contenida en 1 (Kg) de aire seco (Rodríguez & Portela, 2004, p. 29).

1.6.4.5.5.4. Radiación Solar

La radiación solar es una fuente de energía importante debido a que tiene la capacidad de transformar agua que se encuentra en estado líquido a vapor de agua. La cantidad de radiación que llega a tener la superficie del suelo se encuentra en función de la localización y de la época del año.

Existen dos factores que impiden el paso de la radiación solar hacia una superficie evaporante, la presencia de nubes y la turbidez de la atmosfera ya que tienen la capacidad de absorber y reflejar grandes cantidades de radiación (FAO, 2006, p. 29).

Tabla 8. Efecto de los factores climáticos sobre las necesidades hídricas

Factor Climático	Necesidades de agua	
	Altas	Baja
Luz solar	Despejado (sin nubes)	Nublado
Temperatura	Cálido	Frío
Humedad	Bajo (seco)	Alta
Velocidad de viento	Ventoso	Viento Suave

Fuente: (Calderón, 2014)

1.6.4.5.6. Coeficiente del Cultivo (Kc)

El coeficiente del cultivo (Kc) permite determinar la evapotranspiración del cultivo (ETc), debido a que este coeficiente se basa en las características propias de las plantas desde su etapa inicial, desarrollo y etapa final (Comisión Nacional de Riego, 2016).

Entre los factores que afectan el coeficiente de cultivo (Kc) se encuentran: el tipo de cultivo, el clima y la evaporación del suelo.

El tipo de cultivo es un factor importante, debido a que en este punto se considera la altura de los cultivos, propiedades y características de las hojas. Cuando se presentan cultivos de gran altura, con esparcimiento entre plantas y superficies rugosas de distintos cultivos agrícolas el Kc es mayor que 1, es decir, es mayor que el valor de referencia ($Kc = 1$), por el contrario, cuando se presentan plantas como la piña que cierran sus estomas durante el día provocan valores de Kc bajos; además, se da el caso de plantas como son los cítricos y frutales que presentan los estomas en un solo lado de las hojas provocando que existan valores de Kc menores (FAO, 2006, p. 91).

El clima es otro factor fundamental que influye en el coeficiente de cultivo (Kc), este parámetro está relacionado con la velocidad del viento, en climas áridos con gran velocidad de viento los valores de Kc aumentan; mientras que, en climas húmedos con baja velocidad de viento los valores de Kc disminuyen (FAO, 2006, p. 91).

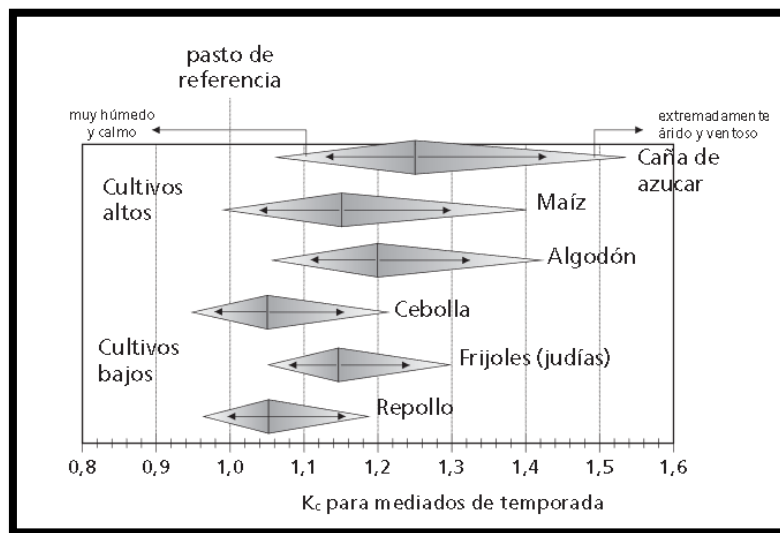


Figura 21. Rangos extremos de Kc para cultivos desarrollados

Fuente: (FAO, 2006).

Cuando el suelo presenta gran cantidad de agua almacenada debido a la precipitación o al riego, permitirá el incremento de evaporación y dará como resultado valores de K_c mayores que 1; mientras que, cuando la superficie evaporante se encuentra seca la evaporación es limitada, provocando valores de K_c bajos (FAO, 2006, p. 93).

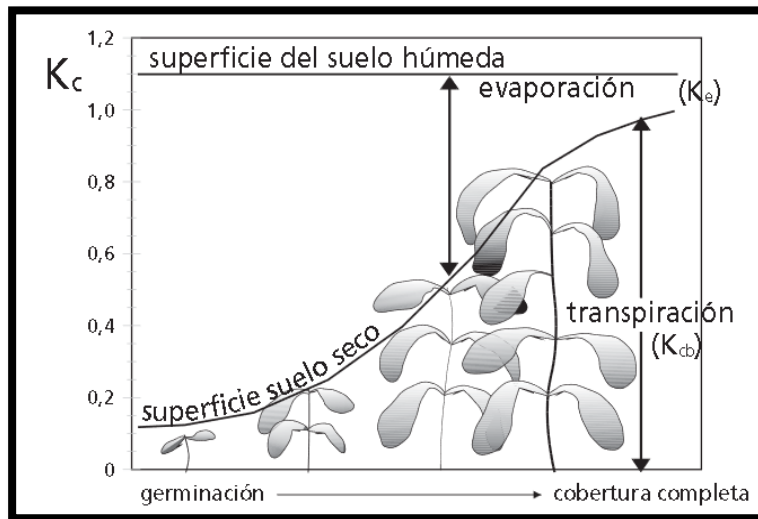


Figura 22. Efecto de la evaporación sobre K_c

Fuente: (FAO, 2006).

1.6.4.5.7. Evapotranspiración del cultivo (ET_c)

La ET_c se establece mediante el coeficiente de cultivo que está basado en las características propias de la planta y la evapotranspiración de referencia que se encuentra en base de las condiciones atmosféricas, este valor depende principalmente del cultivo y del estado en que se encuentre, la ET_c representa la cantidad de agua que es necesario distribuir en el suelo estacionalmente por precipitación o riego (Álvarez, 2002, p. 3).

La evapotranspiración del cultivo ET_c, se obtiene a partir de la ecuación 21:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Ecuación 21. Evapotranspiración del cultivo

Donde:

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/d)

ETo: Evapotranspiración de referencia (mm/d)

Kc: Coeficiente de Cultivo (adimensional)

1.6.4.5.8. Etapas de desarrollo del cultivo

Los cultivos se desarrollan en cuatro etapas que son; inicial, desarrollo, medio y final, en estas etapas varían las características de los cultivos así como las áreas de cultivos; además, varía el valor del coeficiente del cultivo (Kc) durante el transcurso de estas etapas hasta su fase final.

La etapa inicial se refiere al momento de sembró hasta el instante que el cultivo alcanza a cubrir el 10% de la superficie del suelo, esta etapa depende principalmente del tipo del cultivo y del clima, en la etapa inicial cuando el suelo presenta humedad el valor de Kc es alto; mientras que, cuando el suelo está seco el valor de Kc es bajo.

La fase de desarrollo empieza cuando el cultivo cubre 10% de la superficie hasta el instante que logra la cobertura efectiva completa o momento de floración, en algunas plantas la cobertura efectiva completa ocurre cuando existe solapamiento de hojas o cuando las plantas están a punto de alcanzar su máximo tamaño.

La etapa media ocurre cuando el cultivo ha alcanzado la cobertura efectiva completa hasta cuando empieza la madurez, la madurez en las plantas hace referencia al amarillamiento de las hojas así como su caída y cuando se presentan frutos de color marrón, este periodo se identifica por ser el más largo para los cultivos, en esta etapa el coeficiente de cultivo (Kc) adquiere su máximo valor.

La etapa final está comprendida entre la madurez y el instante de la cosecha, si el cultivo hasta la etapa final fue regado eficazmente el valor del coeficiente (Kc) será alto; por el contrario, si el cultivo no tuvo buen manejo de agua hasta la etapa final el valor del coeficiente (Kc) será bajo (FAO, 2006, p. 96).

La representación de las etapas de los cultivos con relación al coeficiente (Kc) se observa en la Figura 23.

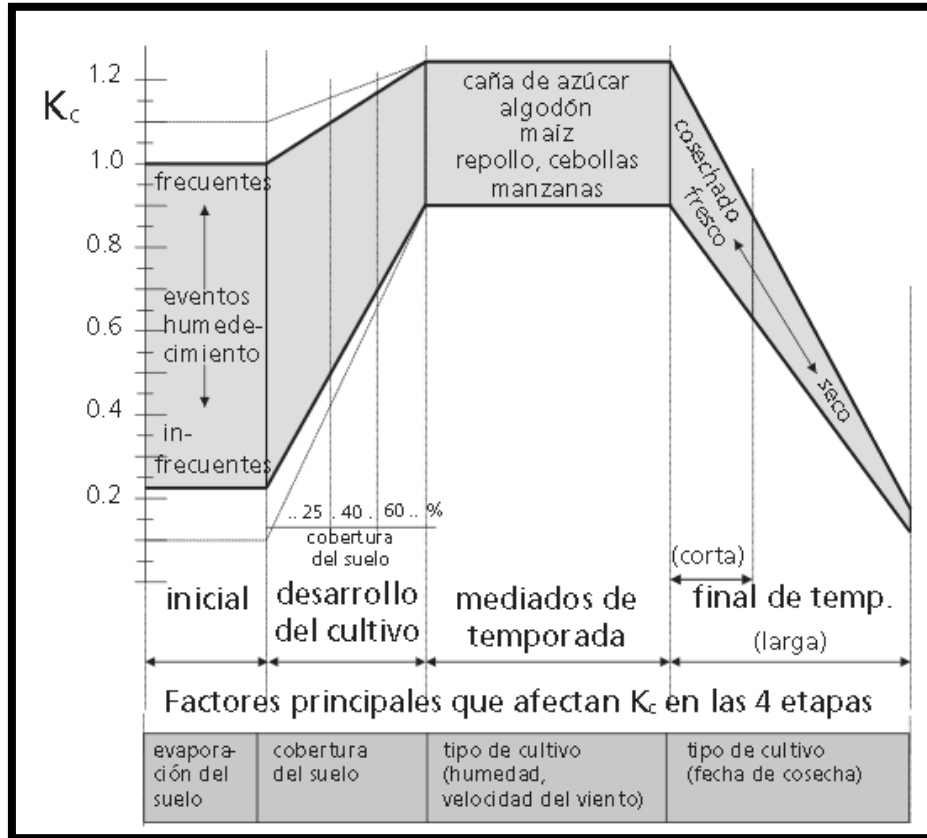


Figura 23. Rangos típicos esperados de K_c para las cuatro etapas de desarrollo

Fuente: (FAO, 2006)

1.6.4.5.9. Precipitación Efectiva

La precipitación efectiva (P_e), se conoce como la cantidad de agua que realmente es aprovechada por los cultivos, esto debido a que no toda el agua lluvia es usada por las plantas, este factor se debe a la condición del suelo y al estado de humedad que se encuentre en el instante que se presente la lluvia. La determinación de la precipitación efectiva (P_e) es necesario para la determinación de las necesidades hídricas (RAC) (López, 2007, p. 30).

Existen varios tipos de ecuaciones para el análisis de la precipitación efectiva, pero la más conveniente es la precipitación confiable desarrollada por la FAO (Ecuación 22).

$$P_e = 0.6 * P - \frac{10}{3} \text{ para } P_{\text{mensual}} \leq \frac{70}{3} \text{ mm}$$

$$P_e = 0.8 * P - \frac{24}{3} \text{ para } P_{\text{mensual}} > \frac{70}{3} \text{ mm}$$

Ecuación 22. Precipitación efectiva

1.6.4.6. Software CROPWAT 8.0

Cropwat se deriva de (crop = cultivo y wat = agua), es una herramienta que está basada en el procedimiento de la FAO Penman-Monteith para calcular la evapotranspiración de los cultivos en función de los datos climáticos y de las plantas. Los datos de evapotranspiración sirven para determinar los requerimientos hídricos y para realizar la programación de riego de las plantaciones. Además esta herramienta proporciona gráficos de los parámetros meteorológicos con relación a la evapotranspiración de referencia (ET_o), así como también gráficos de los requerimientos de agua (RAC) (Trezza, 2005).

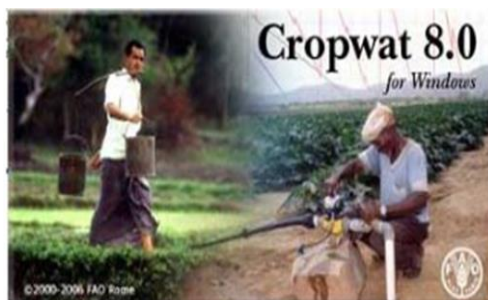


Figura 24. Presentación del software CROPWAT 8.0

El sistema se encuentra programado para calcular los requerimientos hídricos de distintos cultivos y establecer un calendario de irrigación basándose en la información ingresada, los cuales se pueden fijar directamente o ser importados de otros sitios.

El sistema cuenta con cuatro módulos de entrada de datos y tres módulos de salida o de cálculos hídricos, permite ingresar datos climáticos, de precipitación, características del cultivo y del suelo.

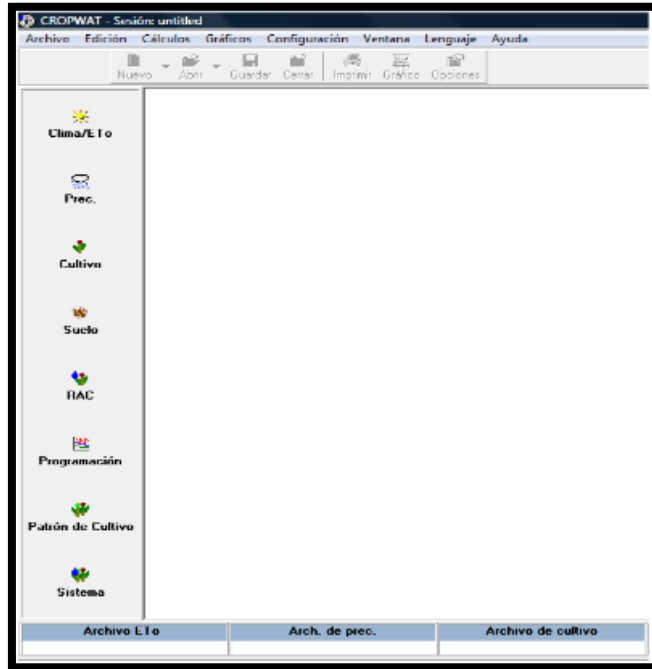


Figura 25. Pantalla principal de Cropwat 8.0

Para analizar los requerimientos hídricos (RAC), el sistema requiere de datos de evapotranspiración de referencia (ET_o), por lo cual el sistema permite directamente el ingreso de datos de evapotranspiración (ET_o), o por el contrario necesita el ingreso de datos climáticos de temperatura máxima y mínima, humedad, velocidad del viento e insolación con lo cual el sistema calcula la radiación solar y la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante la ecuación de Penman-Monteith.

País		Estación					
Altitud	m.	Latitud	'N				
		Longitud	'E				
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ET _o
	°C	°C	%	km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero							
Febrero							
Marzo							
Abril							
Mayo							
Junio							
Julio							
Agosto							
Septiembre							
Octubre							
Noviembre							
Diciembre							
Promedio							

Figura 26. Pantalla de entrada de datos climáticos

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto de riego se realizaron varias actividades como son; socialización con la comunidad, levantamiento de información, levantamiento topográfico, análisis de necesidad de riego, diseño de la red, análisis presupuestal del proyecto y entrega de resultados a los representantes de la comunidad, a continuación se detalla cada una de las actividades realizadas.

2.1. Ubicación

El proyecto se realizó en La comunidad de San José del Tablón situado en la parroquia de Pifo, ubicada en la parte Nororiental del Distrito Metropolitano de Quito, siendo las actividades principales la agricultura y ganadería (*GAD PIFO*, 2019).

La comunidad de San José del Tablón presenta las siguientes características geográficas:

- Provincia: Pichincha
- Cantón: Quito
- Parroquia: Pifo
- Altitud: 3390msnm
- Latitud: 0°17'02.9"S
- Longitud: 78°17'28.3"W

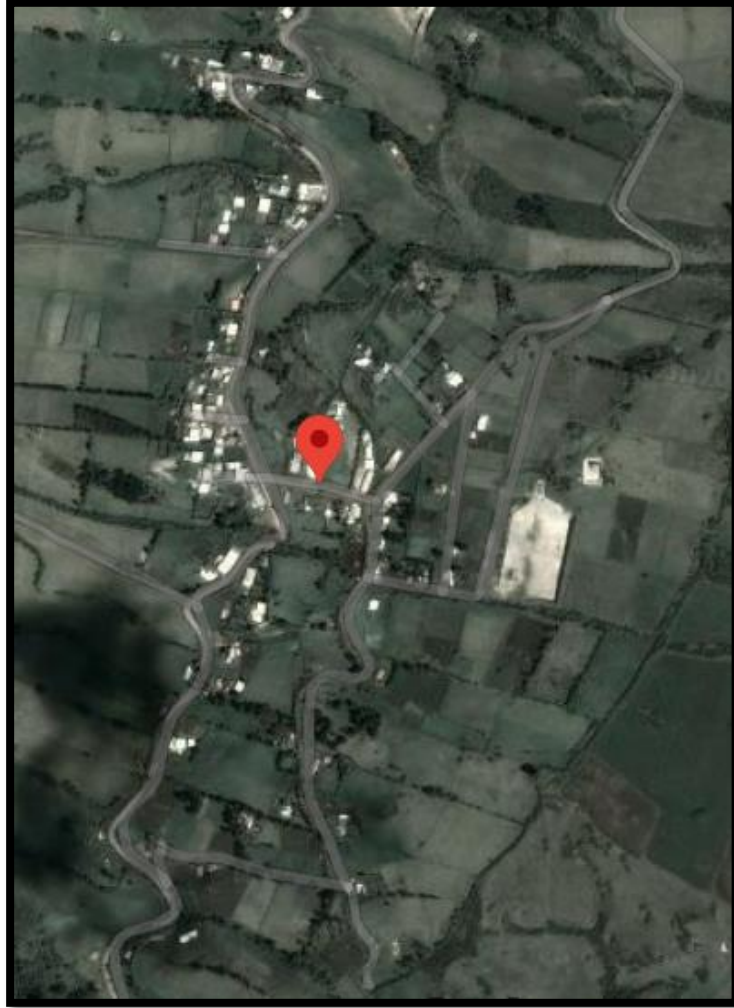


Figura 27. Ubicación del proyecto de riego

Fuente: (Google Earth)

2.2. Levantamiento de Información

Al inicio del proyecto se realizaron actividades de vinculación con todas las personas que requieren el agua para riego, se planificó una reunión la cual trató el tema del desarrollo del proyecto de la red de distribución, esta sirvió para socializar con las personas e identificar las necesidades y problemas que tienen para desarrollar sus actividades agrícolas.

A las personas de la comunidad que requieren el agua para el riego se les realizó unas preguntas con el fin de obtener la información necesaria para determinar las necesidades hídricas y con ello comprobar si el caudal concesionado abastecerá o no para el riego de

los cultivos, la información que se solicitó fue el nombre del propietario de la parcela, el área del terreno, y los tipos de cultivos que siembran.



Figura 28. Socialización con la comunidad

Para empezar con el trabajo de campo se recorrió el lugar identificando las características físicas del área, en particular las características topográficas, este recorrido facilitó la identificación de lugares estratégicos para empezar con el levantamiento topográfico.

Se identificó que el sector cuenta con un canal de conducción abierto, el cual fue construido por la propia comunidad, este canal conduce hacia un tanque de reserva que se encuentra inhabilitado con un área de 23m X 23m y un volumen de 1000m³, actualmente este tanque se encuentra en malas condiciones debido a la falta de mantenimiento y uso.



Figura 29. Ubicación del tanque de reserva y canal de conducción

Fuente: (Google Earth)

2.3. Levantamiento Topográfico

El reconocimiento del lugar tuvo como objetivo identificar puntos accesibles para colocar las estaciones totales, fue necesario identificar puntos altos debido a que el sector tiene vegetación de gran tamaño, pendientes elevadas y los caminos sinuosos.

Para el levantamiento de la línea base se realizaron recorridos en la zona de estudio para ubicar las posiciones adecuadas para la ubicación de las estaciones principales, considerando que se cubra la mayor área posible de levantamiento desde un mismo sitio. En estos puntos se marcaron y ubicaron mojones de hormigón para que la ubicación de las estaciones sea fácilmente identificable para el inicio de los trabajos de cada jornada.



Figura 30. Ubicación de la primera estación topográfica

Para el levantamiento topográfico se utilizó dos estaciones totales marca SOKKIA las cuales se ubicaron en los puntos seleccionados e identificados.



Figura 31. Estación total ubicada en el primer punto

Durante el levantamiento topográfico se presentaron algunos inconvenientes debido a las condiciones climáticas del sitio como son; presencia de lluvia, neblina y pasar de ganado, lo cual dificultaba realizar eficientemente el trabajo.



Figura 32. Presencia de neblina y lluvia durante el levantamiento topográfico

Finalizado el levantamiento topográfico se procedió a recopilar la información y a realizar la exportación de los datos necesarios en formato (P, N, E, Z, D), para luego ser importados al software de Autodesk Civil 3D.

Para cubrir los puntos que no se lograron tomar con la Estación Total, se realizó un recorrido general por todas las calles de la comunidad utilizando un GPS manual, estos puntos fueron procesados e inmediatamente importados al software Civil 3D los cuales se usaron como base del proyecto.

2.4. Identificación de puntos de riego

Para identificar los puntos de entrega de agua se realizó un recorrido por todas las parcelas de interés, se les recomendó a los dueños elegir un punto alto del terreno debido a que la distribución de agua se va a realizar por gravedad, con el uso del GPS manual se fue grabando las cotas de entrega, para luego ser importadas al software Civil 3D conjuntamente con la topografía anteriormente realizada.

La identificación de los puntos de entrega de agua fue necesaria para realizar el trazado de las redes de distribución para posteriormente ser procesadas en el software EPANET.



Figura 33. Reconocimiento de puntos de riego con GPS Manual

2.5. Requerimiento de agua para cultivos

2.5.1. Análisis de datos meteorológicos

Para determinar las necesidades de agua de los distintos cultivos reconocidos mediante las encuestas realizadas a la comunidad, se obtuvo la información meteorológica de la zona del proyecto en base a los datos de estaciones cercanas al sector.

El Fondo para la Protección del Agua FONAG, proporcionó un mapa para identificar las estaciones meteorológicas, pluviométricas e hidrológicas que ellos manejan, así como la ubicación de cada una, con el uso de este mapa se eligió la estación meteorológica más cercana al proyecto, y de esta manera contar con la información suficiente para calcular las necesidades hídricas de los cultivos. La ubicación de la estación se identifica a continuación (Figura 34).

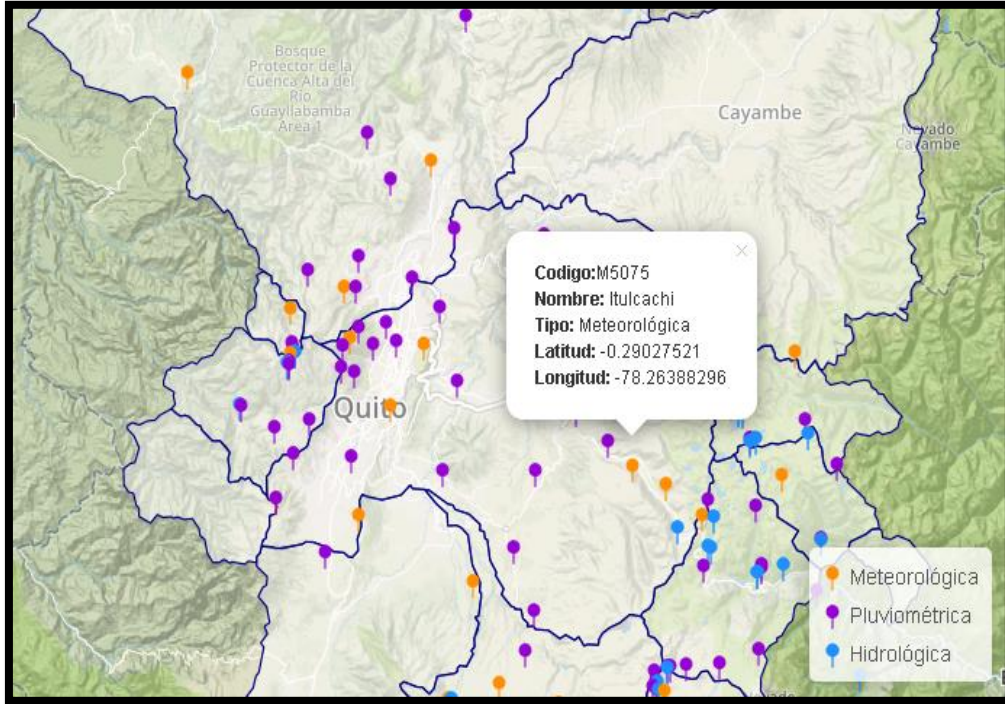


Figura 34. Ubicación de la estación meteorológica

Fuente: (FONAG, 2019)

La estación que se empleó para el desarrollo del proyecto se encuentra a una distancia de 2.87 Km con respecto a la comunidad como se muestra a continuación (Figura 35).

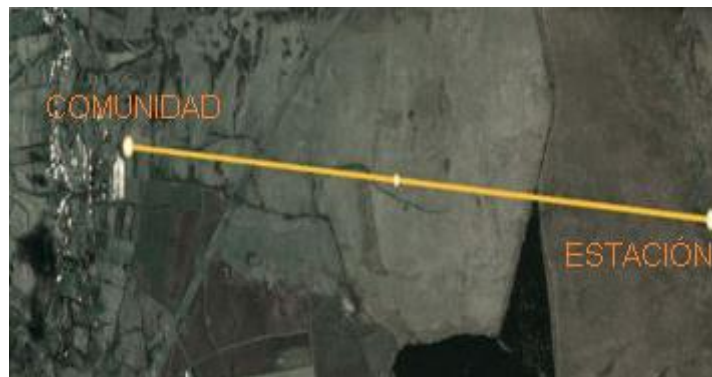


Figura 35. Ubicación de la comunidad con respecto a la estación meteorológica

Fuente: (Google Earth)

La estación meteorológica usada en el presente proyecto cuenta con las siguientes características geográficas (Tabla 9).

Tabla 9. Información de la Estación Meteorológica

ESTACIÓN	ITULCACHI
LATITUD	0°17'23"S
LONGITUD	78°15'48"W
ELEVACIÓN	4014m
CÓDIGO	M5075
TIPO	Meteorológica

Fuente: (FONAG, 2019)

La información que se analizó de la estación meteorológica pertenece a las siguientes variables; temperatura del aire (°C), precipitación (mm), velocidad del viento (m/s) y humedad (%), perteneciente al periodo 2012-2019, para posteriormente ser usadas en el software de análisis de necesidades hídricas Cropwat 8.0.

Para analizar las necesidades de riego que tiene el sector del Tablón, es preciso conocer las características climáticas, estos datos nos ayudan a obtener resultados más precisos y así determinar el caudal de riego necesario.

La información obtenida de la Estación meteorológica fue la siguiente:

2.5.1.1. Temperatura del aire

La temperatura es un factor importante en el desarrollo vegetativo, debido a que influye directamente en el crecimiento de las plantas, esta tiene la capacidad de afectar tanto a corto como a largo plazo el crecimiento de los cultivos. La información de la temperatura máxima, media y mínima se indica en la Tabla 10.

Tabla 10. Datos de temperatura media mensual durante el periodo 2012-2019

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)			
MES	MÁX	MEDIA	MÍN
ENERO	14.31	7.43	0.54
FEBRERO	14.13	7.49	0.85
MARZO	14.09	7.8	1.52

ABRIL	14.15	7.66	1.17
MAYO	13.83	7.43	1.03
JUNIO	13.12	6.79	0.46
JULIO	12.92	6.38	-0.15
AGOSTO	12.43	5.88	-0.66
SEPTIEMBRE	14.61	7.26	-0.09
OCTUBRE	14.77	7.52	0.28
NOVIEMBRE	14.49	7.22	-0.06
DICIEMBRE	14.13	7.3	0.47

Fuente: (FONAG, 2019)

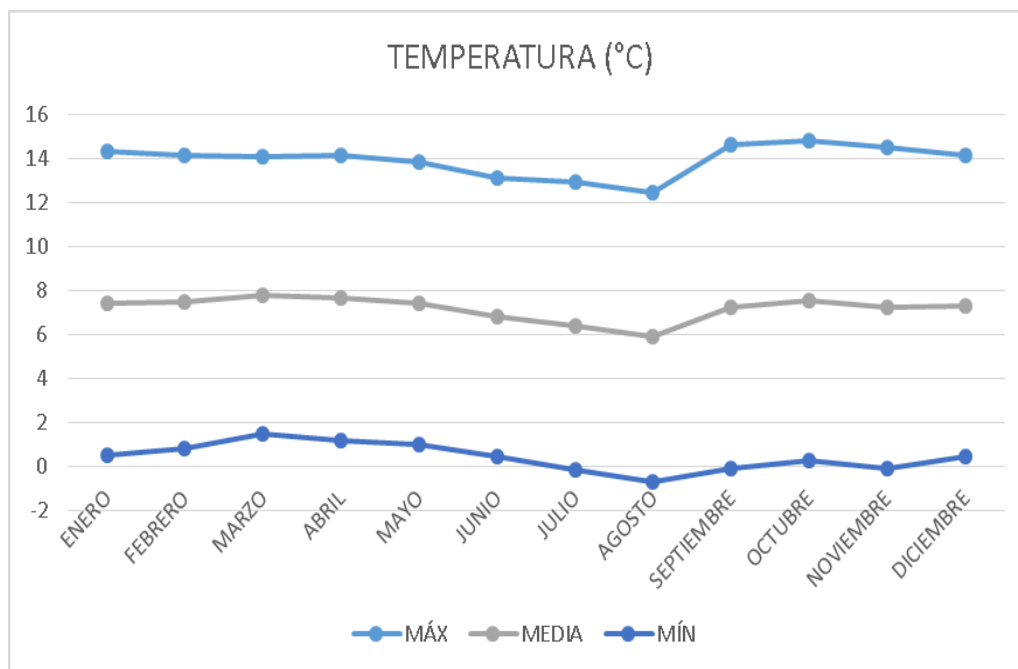


Figura 36. Datos de temperatura media mensual durante el periodo 2012-2019

Fuente: (FONAG, 2019)

A través de los resultados obtenidos se observa que en el mes de octubre existe la mayor temperatura 14.77°C; por el contrario, en el mes de agosto se presenta temperaturas bajas -0.66°C, estos resultados permiten concluir que existen diversas variaciones de temperatura en la comunidad del Tablón durante el transcurso del año, lo cual provoca variaciones en el desarrollo de los cultivos.

2.5.1.2. Precipitación

En el área de la agricultura un factor meteorológico importante para el desarrollo vegetativo es la precipitación, ya que este se convierte en un elemento significativo para el crecimiento de los cultivos; además, el periodo de precipitación es usado por los agricultores para iniciar sus actividades de siembra.

Al analizar los datos proporcionados por la Estación meteorológica, se procedió a determinar la precipitación media mensual (mm) durante el periodo de ocho años (2012-2019).

Tabla 11. Datos de precipitación media mensual durante el periodo 2012-2019

MES	PRECIPITACIÓN (mm)
ENERO	63.21
FEBRERO	82.33
MARZO	78.56
ABRIL	75.59
MAYO	67.84
JUNIO	58.18
JULIO	51.33
AGOSTO	33.58
SEPTIEMBRE	39.5
OCTUBRE	61.79
NOVIEMBRE	76.94
DICIEMBRE	61.98

Fuente: (FONAG, 2019)

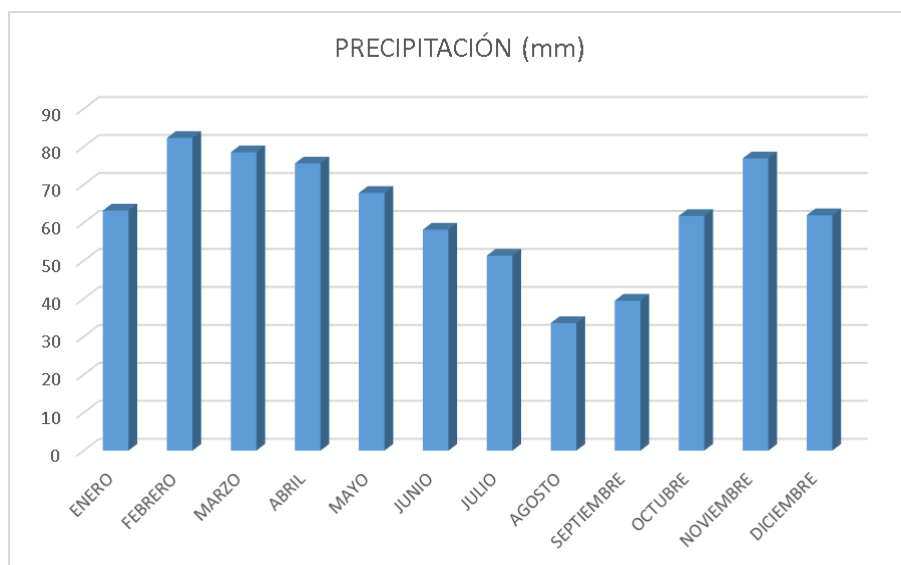


Figura 37. Datos de precipitación media mensual durante el periodo 2012-2019

Fuente: (FONAG, 2019)

Mediante los resultados obtenidos se observa que en los meses de agosto y septiembre existe poca presencia de lluvia con una lámina de 33.58mm y 39.5mm respectivamente, por tal motivo en estos meses deberá existir una mayor aplicación de riego para que los cultivos no se marchiten; por el contrario, en los meses de febrero, marzo, abril y noviembre se presenta sus máximas precipitaciones con láminas de 82.33mm, 78.56mm, 75.59mm y 76.94mm respectivamente.

2.5.1.3. Velocidad del Viento

La velocidad del viento es otro factor que influye en el desarrollo del cultivo, la estación meteorológica usada proporcionó los datos de velocidad en m/s dentro del periodo de los ocho años (2012-2019). Con la información adquirida se procedió a determinar la velocidad media mensual.

Tabla 12. Datos de velocidad del viento media mensual durante el periodo 2012-2019

MES	V. VIENTO (m/s)
ENERO	2.0
FEBRERO	1.7
MARZO	1.9
ABRIL	1.8

MAYO	1.9
JUNIO	2.4
JULIO	2.5
AGOSTO	2.4
SEPTIEMBRE	2.2
OCTUBRE	2.2
NOVIEMBRE	2.4
DICIEMBRE	2.3

Fuente: (FONAG, 2019)

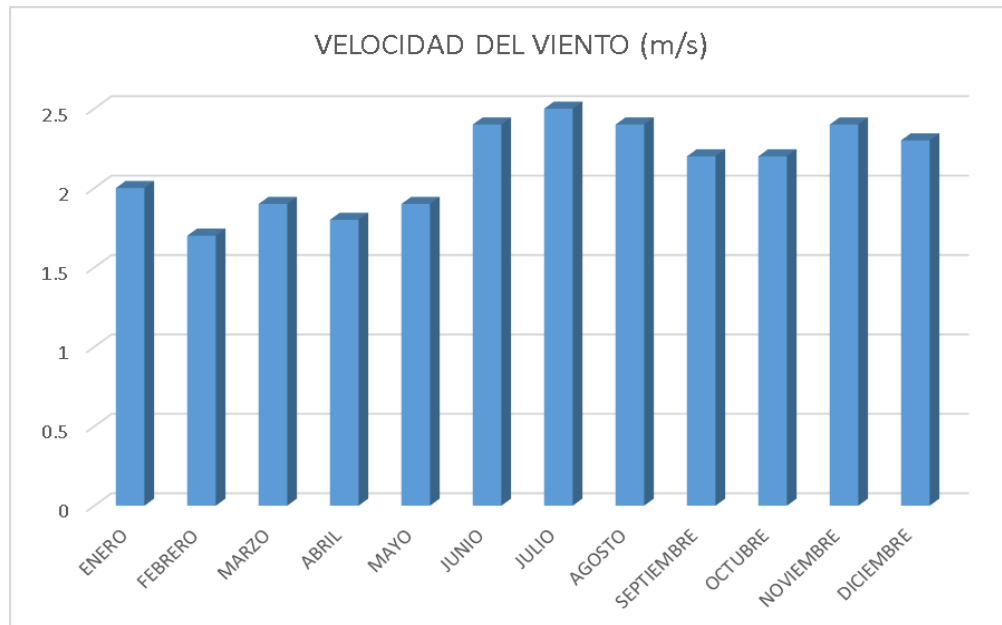


Figura 38. Datos de velocidad del viento media mensual durante el periodo 2012-2019

Fuente: (FONAG, 2019)

Se observa que en el mes de Febrero existe baja velocidad de viento, 1.7m/s con respecto a los otros meses; mientras tanto en el mes de Julio se presenta una alta velocidad de viento 2.5 m/s.

Una alta velocidad del viento afecta la superficie estomática de las plantas, provocando disminución de la transpiración, además la alta velocidad provoca daños físicos en la vegetación, en ocasiones se presenta el vuelco esto se da cuando la fuerza del viento supera significativamente la resistencia del tallo o raíz (Kin & Ledent, 2014, p. 45)

2.5.1.4. Humedad Relativa

La humedad es un factor influyente en el desarrollo del cultivo, debido a que cuando existe humedad baja el crecimiento de la planta se verá afectado ya que tardará más tiempo en desarrollarse, los niveles de humedad están directamente relacionados con la temperatura y se puede expresar en porcentajes (%).

Tras analizar los datos provenientes de la Estación Meteorológica, se procedió a determinar la humedad relativa media mensual durante el periodo de ocho años (2012-2019).

Tabla 13. Datos de humedad media mensual durante el periodo 2012-2019

MES	HUMEDAD (%)
ENERO	89.03
FEBRERO	91.08
MARZO	91.35
ABRIL	90.38
MAYO	91.43
JUNIO	91.71
JULIO	90.8
AGOSTO	88.7
SEPTIEMBRE	85.83
OCTUBRE	87.27
NOVIEMBRE	88.2
DICIEMBRE	87.63

Fuente: (FONAG, 2019)

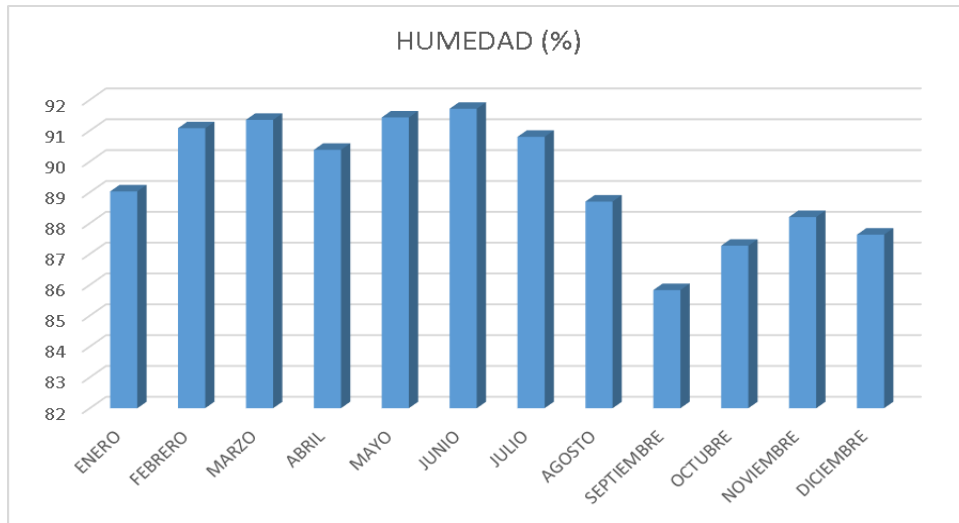


Figura 39. Datos de humedad media mensual durante el periodo 2012-2019

Fuente: (FONAG, 2019)

Se observa que la humedad relativa en el Tablón es baja en el mes de Septiembre 85.83%; mientras que, en el mes de Junio se presenta una alta humedad relativa 91.71%. La humedad es inversamente proporcional a la evaporación; por lo tanto, en el mes de Septiembre la evaporación se incrementará en relación a los otros meses.

2.5.2. Cálculos de las necesidades hídricas de los cultivos

Para determinar las necesidades hídricas de los distintos cultivos que se encuentran en la zona de estudio, se utilizó el software Cropwat 8.0 desarrollado por la FAO (Food and Agriculture Organization), esta herramienta permitió importar datos de las temperaturas máximas y mínimas, humedad, velocidad del viento y precipitación las cuales fueron proporcionadas de la estación meteorológica.

Este programa tiene la opción de estimar datos faltantes basándose en las coordenadas del lugar donde se encuentra la estación, para ello es necesario ingresar los datos precisos de longitud, latitud y altitud de la estación.

El programa estimó las horas de insolación, debido a que la estación meteorológica no contaba con esa información, una vez ingresados los datos climatológicos el software calculó automáticamente la radiación solar y la evapotranspiración de referencia ETo en (mm/día) (Tabla 14).

El programa Cropwat 8.0 determina la radiación mediante un proceso que consta de las siguientes ecuaciones:

La radiación neta (R_n) es determinada mediante la siguiente ecuación:

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

Ecuación 23. Radiación neta

R_{ns} : Radiación solar neta o de onda corta ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{d}$)

R_{nl} : Radiación neta de onda larga ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{d}$)

La radiación de onda corta se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R_{ns} = (1 - \alpha) R_s$$

Ecuación 24. Radiación de onda corta

R_s : Radiación solar entrante ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{d}$)

α ; coeficiente hipotético para un cultivo de referencia (0.23)

Para determinar la radiación solar entrante (R_s), es factible aplicar el modelo de Hargreaves - Samani, el cual relaciona las temperaturas máximas y mínimas.

$$R_s = k_{Rs} \sqrt{(T_{\max} - T_{\min})} * R_a$$

Ecuación 25. Radiación solar entrante

k_{Rs} : coeficiente de ajuste (0.16-0.19 °C)

R_a : Radiación extraterrestre ($\text{MJ}/\text{m}^2\text{d}$)

La radiación de onda larga (R_{nl}) se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R_{nl} = \sigma \left(\frac{T_{\max,k}^4 + T_{\min,k}^4}{2} \right) (0,34 - 0,14 \sqrt{ea}) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right)$$

Ecuación 26. Radiación de onda larga

R_{so}: Radiación en un día despejado (MJ/m²d)

R_s: Radiación solar medida (MJ/m²d)

ea: presión de vapor real (Kpa)

k: (°C+273.16)

σ: (4.903 * 10⁻⁹ MJ K⁻⁴ m⁻² d⁻¹)

La radiación en un día despejado se determina mediante la siguiente ecuación:

$$R_{so} = (0,75 + 2 * 10^{-5} * z) R_a$$

Ecuación 27. Radiación en un día despejado

R_a: Radiación extraterrestre (MJ/m²d)

Tabla 14. Datos de factores climáticos y evapotranspiración de referencia

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /d	mm/d
Enero	0.5	14.3	89	2	9.2	22.9	3.24
Febrero	0.8	14.1	91	1.7	8.9	23.2	3.31
Marzo	1.5	14.1	91	1.9	8.5	22.8	3.27
Abril	1.2	14.2	90	1.8	8.7	22.5	3.24
Mayo	1	13.8	91	1.9	8.6	21.1	2.96
Junio	0.5	13.1	92	2.4	8.5	20.2	2.69
Julio	-0.1	12.9	91	2.5	8.7	20.8	2.75
Agosto	-0.7	12.4	89	2.4	8.8	22	2.9
Septiembre	-0.1	14.6	86	2.2	9.6	24.2	3.44
Octubre	0.3	14.8	87	2.2	9.5	24.1	3.46
Noviembre	-0.1	14.5	88	2.4	9.6	23.6	3.31
Diciembre	0.5	14.1	88	2.3	9	22.4	3.13
Promedio	0.4	13.9	89	2.1	9	22.5	3.14

Fuente: (CROPWAT 8.0)

En base a la información meteorológica importada al software se obtuvo la evapotranspiración de referencia ETo, con el fin de identificar la cantidad máxima de transpiración y evaporación que se presenta en el suelo y en el cultivo en un tiempo determinado.

La Tabla 14 presenta los valores mensuales de evapotranspiración de referencia (ETo), analizados mediante el método de Penman-Monteith desarrollado por la FAO, en el mes de Junio se presenta la más baja ETo 2.69 mm/día indicando una necesidad de agua baja; mientras que, en Octubre se presenta la ETo mas alta 3.46 mm/día indicando un mayor requerimiento de agua, además de presentar un valor promedio anual de 3.14 mm/día.

De la misma manera se ingresó al software Cropwat 8.0 los datos medios mensuales correspondientes a la precipitación, y automáticamente el programa determinó la precipitación efectiva mediante la ecuación 22, mencionada anteriormente.

Tabla 15. Resultados de Precipitación efectiva

Mes	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	63.2	27.9
Febrero	82.3	41.9
Marzo	78.6	38.8
Abril	75.6	36.5
Mayo	67.8	30.7
Junio	58.2	24.9
Julio	51.3	20.8
Agosto	33.6	10.1
Septiembre	39.5	13.7
Octubre	61.8	27.1
Noviembre	76.9	37.6
Diciembre	62	27.2
Total	750.8	337.2

Fuente: (CROPWAT 8.0)

Los datos de precipitación efectiva (Pe) varían entre láminas de 10.1 mm a 41.9 mm, obteniendo un valor de precipitación efectiva anual de 337.2 mm, que indica la verdadera cantidad de agua que es aprovechada por los cultivos, se observa que en el mes de Agosto

existe menor precipitación efectiva con una lámina de 10.1mm en comparación con los demás meses del año.

El software además necesitó de la información de los tipos de cultivo, valores de coeficiente del cultivo (Kc), fecha de siembra, ciclo vegetativo, profundidad radicular y altura del cultivo, estos datos se obtuvieron de la guía de evapotranspiración de la FAO y el análisis de las encuestas realizadas a los miembros de la junta de agua de riego.

Los datos de Kc de los cultivos de la zona del proyecto se indican en la tabla 16, se observa que existen variaciones con respecto al Kc inicial, medio y final, lo cual es provocado por las distintas condiciones climatológicas.

Tabla 16. Coeficiente de cultivo en tres fases de desarrollo

COEFICIENTE DEL CULTIVO

TIPOS DE CULTIVO	Kc Inicial	Kc Medio	Kc Final
Papas	0.5	1.15	0.75
Habas	0.5	1.15	0.3
Arvejas	0.5	1.15	0.3
Cebollas	0.7	1	1
Zanahorias	0.7	1.05	0.95
Coliflor	0.7	1.05	0.95
Alfalfa	0.4	0.95	0.9
Pasto	0.4	0.85	0.85
Lechuga	0.7	1	0.95
Mellocó	0.5	1.15	0.65
Cebada	0.3	1.15	0.25
Maíz	0.7	1.15	1.05
Cítricos	0.5	0.45	0.55
Trigo	0.3	1.15	0.3
Tomates	0.6	1.15	0.8
Remolacha	0.5	1.05	0.95
Acelga	0.7	1	0.95
Brócoli	0.7	1.05	0.95
Rábano	0.7	0.9	0.85
Frejol	0.4	1.15	0.35

Fuente: (FAO, 2006)

La información del desarrollo vegetativo, fecha de siembra, altura de la planta y profundidad radicular se indica a continuación (Tabla 17) (Tabla 18).

Tabla 17. Etapa de crecimiento, mes de siembra y altura de los cultivos**ETAPAS DE CRECIMIENTO (DIAS)**

CULTIVOS	INICIAL	DESARROLLO	MEDIO	FINAL	TOTAL	SIEMBRA	ALTURA
Papas	25	30	45	30	130	Mayo	0.6m
Habas	90	45	40	55	230	Noviembre	0.8m
Arvejas	35	25	30	20	110	Abril	0.5m
Cebollas	30	55	55	40	180	Marzo	0.3m
Zanahorias	30	50	90	30	200	Octubre	0.3m
Coliflor	35	50	40	15	140	Septiembre	0.4m
Alfalfa	10	30	25	10	75	Abril	0.7m
Pasto	25	25	15	10	75	Abril	0.2m
Lechuga	25	35	30	10	100	Octubre	0.3m
Meloco	90	60	65	45	260	Octubre	0.4m
Cebada	15	30	65	40	150	Julio	1m
Maíz	20	35	35	30	120	Octubre	1.5m
Cítricos	60	90	120	95	365	Enero	1.5m
Trigo	15	25	50	30	120	Noviembre	1m
Tomates	35	45	70	30	180	Octubre	0.6m
Remolacha	30	45	90	15	180	Marzo	0.4m
Acelga	20	30	40	10	100	Noviembre	0.3m
Brócoli	35	45	40	15	135	Septiembre	0.3m
Rábano	10	10	15	5	40	Abril	0.3m
Frejol	20	30	40	20	110	Mayo	0.4m

Fuente: (FAO, 2006)

Tabla 18. Profundidad radicular de los cultivos

TIPOS DE CULTIVO	PROFUNDIDAD RADICULAR (m)
Papas	0.4
Habas	0.5
Arvejas	0.6
Cebollas	0.3
Zanahorias	0.5
Coliflor	0.4
Alfalfa	1
Pasto	0.5
Lechuga	0.3
Meloco	0.8
Cebada	1
Maíz	1
Cítrico	0.8

Trigo	1
Tomates	0.7
Remolacha	0.6
Acelga	0.3
Brócoli	0.4
Rábano	0.3
Frejol	0.6

Fuente: (FAO, 2006)

Posteriormente ingresados los datos que requiere el software, se efectuó el cálculo del requerimiento de agua para cultivos (RAC), el programa proporcionó como producto final un valor de evapotranspiración del cultivo ETc y precipitación efectiva, resultando como diferencia de estos dos parámetros el requerimiento de riego (mm/dec).

Los resultados correspondientes a la evapotranspiración del cultivo (ETc) de todos los cultivos identificados en la encuesta realizada se presentan en las tablas (Véase anexo 8).

El resultado total del requerimiento de riego esta expresado en milímetros por cada diez días (mm/dec), por lo tanto para expresar este parámetro en unidades de volumen sobre superficie se aplicó un factor de conversión que equivale a $1\text{mm} = \frac{1\text{L}}{\text{m}^2}$ (ARISTASUR, 2017).

Por lo tanto, como se muestra en la Tabla 21, la máxima necesidad de riego es de 42,7 mm/dec, este valor al expresarlo en meses se obtuvo 128,1 mm/mes (Tabla 22), finalmente se aplicó la siguiente conversión de unidades para la obtención del caudal específico (Ecuación 28).

$$\text{RAC} = \frac{128.1\text{mm}}{\text{mes}} = \left(\frac{128.1\text{L}}{\text{m}^2\text{mes}} * \frac{1\text{d}}{86400\text{sg}} * \frac{10000\text{m}^2}{1\text{ha}} * \frac{1\text{mes}}{31\text{d}} \right) / 0.8 = \frac{0.6\text{L}}{\text{sg.ha}}$$

$$\text{RAC} = \frac{0.6\text{L}}{\text{sg.ha}} * 25.783\text{ha} = \frac{15.47\text{L}}{\text{sg}}$$

Ecuación 28. Conversión de unidades para determinar RAC

2.6. Elaboración de los planos del sistema

Una vez importado al Software Civil 3D la topografía del lugar y los puntos de entrega de agua, se procedió a realizar el trazado de la red procurando que cruce por las calles principales del sector cubriendo todos los lotes que requieren del agua de riego.

Inmediatamente se elaboraron planos de los perfiles longitudinales de cada calle, con el fin de conocer a mayor detalle el terreno y las pendientes; además en los perfiles longitudinales se aprecia con mayor exactitud las cotas, distancias, y el posicionamiento de la tubería creada.

Para determinar los diámetros, velocidades y presiones se desarrolló la red en el software EPANET, en el cual se realizaron varias simulaciones hidráulicas.

2.7. Simulación hidráulica en el software EPANET

Para determinar los valores hidráulicos del sistema planteado, se realizaron simulaciones hidráulicas en el software EPANET, el análisis inició con el modelamiento dinámico de la red, considerando el tanque de almacenamiento, que se encuentra actualmente en desuso y tiene una cota máxima de 3466.56m, como resultado de la cota superior del tanque de almacenamiento menos 20cm de seguridad (Figura 40).

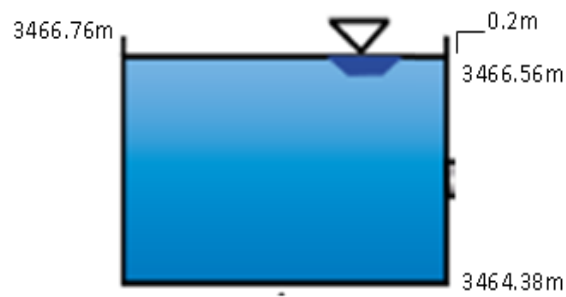


Figura 40. Altura total de agua en el Tanque de reserva

Se empezó con la simulación a nivel dinámico donde se colocó como demanda base a los puntos de entrega de agua de cada terreno el valor de 0.07143 l/s, el cual es resultado de la división de los 5 l/s que tiene concesionado la comunidad para el total de lotes que en este caso es de 70.

Se empleó la ecuación de pérdidas de carga de Darcy-Weisbach (Ecuación 4), utilizando el coeficiente de rugosidad de 0.120 que es el correspondiente a una tubería de PVC (Tabla 1) y se estableció un coeficiente de pérdidas localizadas igual a 7, considerando un valor medio del total de pérdidas de todos los accesorios que se implementarán en la red (Véase anexo 1).

Para determinar la clase de tubería que es necesario instalar en la red de distribución, se realizó la simulación a nivel estático, donde se colocó como demanda base 0 l/s en todos los puntos de entrega de agua.

Además se realizaron simulaciones con el caudal de riego de 15,47 l/s; en la simulación dinámica se colocó como demanda base 0.221 l/s, el cual es el resultado de la división del caudal de riego 15,47 l/s para los 70 lotes.

De la misma manera, para determinar la clase de tubería que es necesario instalar en la red, se realizó la simulación a nivel estático colocando como demanda base a todos los puntos de entrega o l/s.

Con las simulaciones realizadas en el software EPANET, se obtuvieron los diámetros, velocidades y presiones de la red de distribución.

2.8. Elaboración del presupuesto referencial

Antes de realizar el presupuesto referencial fue necesario establecer la cantidad total de materiales y actividades que deben realizarse para la implementación de sistemas de distribución de riego, como son:

- Limpieza y desbroce
- Replanteo y nivelación
- Excavación a máquina y manual
- Relleno con material de excavación y con material de préstamo
- Tuberías y accesorios
- Conexiones domiciliarias

Inmediatamente obtenidas las cantidades totales que requiere el proyecto, se realizó la evaluación de los precios unitarios, los cuales se obtuvieron de la página de la cámara de construcción de Quito. La autoridad pertinente del sector podrá usar este presupuesto referencial como base para la construcción del proyecto.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Población Servida

Como resultado de la encuesta realizada a las personas que requieren el agua para riego, se obtuvo la siguiente información acorde al tipo de cultivo, la cantidad de personas que siembran dicho cultivo y el área aproximada de los terrenos dedicados a la agricultura.

Tabla 19. Cantidad de agricultores y tipos de cultivos en la comunidad de San José del Tablón

TIPOS DE CULTIVO	CANTIDAD DE PERSONAS
Papas	65
Habas	65
Arvejas	70
Cebollas	70
Zanahorias	70
Coliflor	69
Alfalfa	67
Pasto	64
Lechuga	68
Mel loco	68
Cebada	67
Maíz	65
Cítricos	66
Trigo	66
Tomates	70
Remolacha	70
Acelga	66
Brócoli	65
Rábano	70
Frejol	68

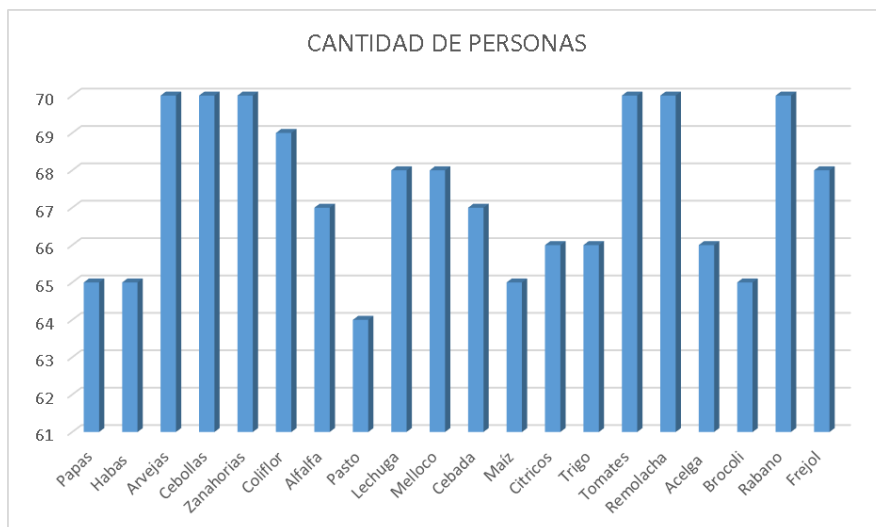


Figura 41. Cantidad de agricultores y tipos de cultivos en la comunidad de San José del Tablón

Según estos resultados se determinó que 70 lotes requieren de puntos de entrega de agua con un total de 25.783 hectáreas, adicional a esto se identificó que todas las personas de la comunidad siembran los mismos productos en menor o mayor cantidad, pero actualmente algunos no siembran debido a la escasez de recursos; por tal razón, se concluyó determinar el requerimiento de riego de todos los cultivos y de esa manera cubrir la máxima necesidad de riego.

Las áreas de cada terreno con su respectivo propietario se encuentran en la tabla (Véase Anexo 6).

3.2. Resultados del Levantamiento Topográfico

Para realizar el levantamiento de toda la zona de estudio se ubicaron un total de 6 estaciones principales y 14 auxiliares; los datos de posicionamiento de cada una de estas estaciones se presentan a continuación:

Tabla 20. Posicionamiento de Estaciones principales y auxiliares

	Estación	COORDENADAS WGS84-UTM		Cota
		Este	Norte	
PRINCIPALES	1	801806.1093m	9968589.6358m	3466.000m
	2	801567.8210m	9968668.4205m	3422.493m
	5	801806.1093m	9968589.6358m	3466.000m
	6	801567.8210m	9968668.4205m	3422.493m

AUXILIARES	22	801323.4271m	9967895.5670m	3389.200m
	23	801356.0482m	9967906.2412m	3392.084m
	447	801516.9005m	9968594.3083m	3398.560m
	448	801515.3091m	9968573.7060m	3398.600m
	449	801483.5878m	9968725.9683m	3408.522m
	482	801412.4464m	9968999.3195m	3373.548m
	702	801428.9771m	9969006.2425m	3371.481m
	716	801509.7468m	9969002.9376m	3369.196m
	725	801509.8463m	9969033.1473m	3369.002m
	738	801481.3987m	9969059.5932m	3368.791m
	747	801516.4766m	9969094.1124m	3368.226m
	763	801482.4732m	9969160.1356m	3365.522m
	772	801498.7729m	9969186.3220m	3363.815m
	789	801571.2148m	9969171.0657m	3361.741m
	798	801578.1406m	9969198.2984m	3361.053m
	821	801505.1316m	9969256.1935m	3356.036m

El levantamiento topográfico se lo realizó en 2 fases, los viernes, sábado y domingo con la ayuda de los estudiantes de la carrera de Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental.

Se levantó el total de 5311m de vías que se ubican a lo largo y ancho de la comunidad el Tablón; cubriendo un área total de 21.244,00 m².

El estudio de topografía cuenta con un levantamiento de 1175 puntos distribuidos en: estaciones, ejes de vías, bordes de vía, cajas de revisión, tanques, postes y puntos de entrega de agua de riego.

Los datos fueron correlacionados utilizando datos GPS, para obtener una mejor precisión en el levantamiento. El total de puntos levantados se indica en la tabla (Véase anexo 7).

Los datos levantados en campo fueron procesados y analizados mediante la herramienta computacional CIVIL3D, y fueron la base para realizar el trazado de redes hidráulicas de riego, perfiles transversales y secciones longitudinales.

Con los datos topográficos fue posible generar curvas de nivel que representan las características topográficas del proyecto y las zonas de implementación del pre-diseño de la red de riego.

3.3. Resultados de las Necesidades Hídricas de los cultivos

Una vez obtenidos los valores de requerimientos de agua del software Cropwat 8.0, se procedió a analizar las máximas necesidades de cada mes de todos los cultivos con el fin de cubrir la máxima necesidad de riego.

En la Tabla 21 se identifican los cultivos que requieren mayor cantidad de agua en cada mes, se muestra que la lechuga es el cultivo que demanda la máxima necesidad de riego en el mes de Enero con 42.7 mm/dec.

Tabla 21. Cultivos con mayor necesidad de riego por mes

MES	Cultivo	Necesidad de riego mm/dec
ENERO	Lechuga	42.7
FEBRERO	Trigo	25.4
MARZO	Melloco	28.7
ABRIL	Melloco-Habas	25.1
MAYO	Melloco	24.5
JUNIO	Arvejas	23.9
JULIO	Papas	30.2
AGOSTO	Papas	35.2
SEPTIEMBRE	Cebada	36.5
OCTUBRE	Cebada	34
NOVIEMBRE	Cebada	25.4
DICIEMBRE	Maíz	32.1

A la necesidad de riego en unidades de mm/dec mencionada anteriormente, se la transformó a unidades de volumen sobre área y aplicando la conversión de unidades adecuadamente como se indica en la Ecuación 28, se obtuvo el caudal específico en lt/seg.Ha (Tabla 22).

Tabla 22. Requerimiento de agua de los cultivos

MES	Necesidad de riego mm/mes	N° de días al mes	Caudal Específico lt/seg.Ha
ENERO	128.1	31	0.6
FEBRERO	76.2	28	0.39
MARZO	86.1	31	0.4
ABRIL	75.3	30	0.36

MAYO	73.5	31	0.34
JUNIO	71.7	30	0.35
JULIO	90.6	31	0.42
AGOSTO	105.6	31	0.49
SEPTIEMBRE	109.5	30	0.53
OCTUBRE	102	31	0.48
NOVIEMBRE	76.2	30	0.37
DICIEMBRE	96.3	31	0.45

Se obtuvo la máxima necesidad de riego en el mes de enero con 0.6 l/sg.ha, asumiendo una eficiencia del sistema de riego por aspersión del 80%, este valor al ser aplicado con la cantidad de hectáreas totales del sector de trabajo, proporciona como valor final de requerimiento de agua para los cultivos un caudal de 15.47 l/sg el cual es un valor que triplica a la cantidad de agua que tiene concesionada la comunidad del Tablón (Véase Ecuación 28).

Se realizó un calendario que indique los meses que es necesario regar los cultivos identificados, en el transcurso del año para que tengan un adecuado desarrollo (Tabla 23).

Tabla 23. Meses de Riego de los cultivos

CULTIVOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Papas					X	X	X	X	X			
Habas	X	X	X	X	X	X	X				X	X
Arvejas				X	X	X	X	X				
Cebollas			X	X	X	X	X	X	X			
Zanahorias	X	X	X	X	X					X	X	X
Coliflor	X	X							X	X	X	X
Alfalfa				X	X	X						
Pasto				X	X	X						
Lechuga	X									X	X	X
Meloco	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Cebada							X	X	X	X	X	X
Maíz	X	X								X	X	X
Cítrico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Trigo	X	X	X								X	X
Tomates	X	X	X	X						X	X	X
Remolacha			X	X	X	X	X	X	X			
Acelga	X	X									X	X
Brócoli	X								X	X	X	X
Rábano				X	X							

Frejol					X	X	X	X	X			
--------	--	--	--	--	---	---	---	---	---	--	--	--

3.4. Trazado de la red de riego

En base a los resultados del levantamiento topográfico se realizó el trazado de la red, utilizando la herramienta informática Autodesk CIVIL 3D; se determinó que el sistema planteado para la comunidad es una red abierta debido a que cuenta con una serie de ramificaciones y no forma un circuito cerrado.

La red recorre por las vías principales del sector y se conecta a los diferentes puntos de entrega de agua que fueron solicitados por los pobladores; además, se procuró que la red no invada lotes ajenos para no causar molestias en los moradores.

Se obtuvieron 10 tramos como resultado del trazado de la red (Figura 42) y cada tramo tiene sus respectivas longitudes.

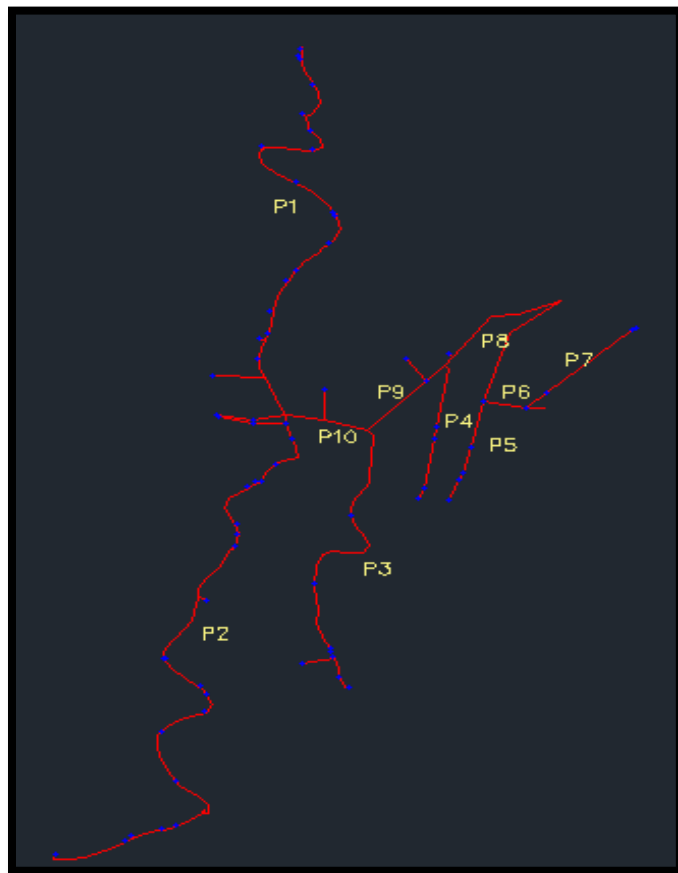


Figura 42. Trazado de la red de riego

Finalizado el trazado de la red se procedió a calcular las longitudes totales de cada tramo como se indica a continuación (Tabla 24).

Tabla 24. Longitud total de los tramos de la red

TRAMOS	LONGITUD (m)
P1	950.7
P2	1273.03
P3	579.75
P4	262.08
P5	201.89
P6	318.58
P7	200.3
P8	511.74
P9	237.55
P10	204.462
TOTAL	4740.082

3.5. Resultados de diámetros, velocidades y presiones

Como resultados de las simulaciones hidráulicas realizadas en el software EPANET, se obtuvieron los datos de diámetros, velocidades y presiones.

Para el caudal concesionado de 5 l/s, los diámetros seleccionados para el correcto funcionamiento de la red son de 50mm y 75mm, las tuberías con diámetros de 75mm se encuentran representadas por los puntos p1, p84, p85, p2, p89 y 1, mientras que el resto de las tuberías tienen un diámetro de 50mm (Figura 43).

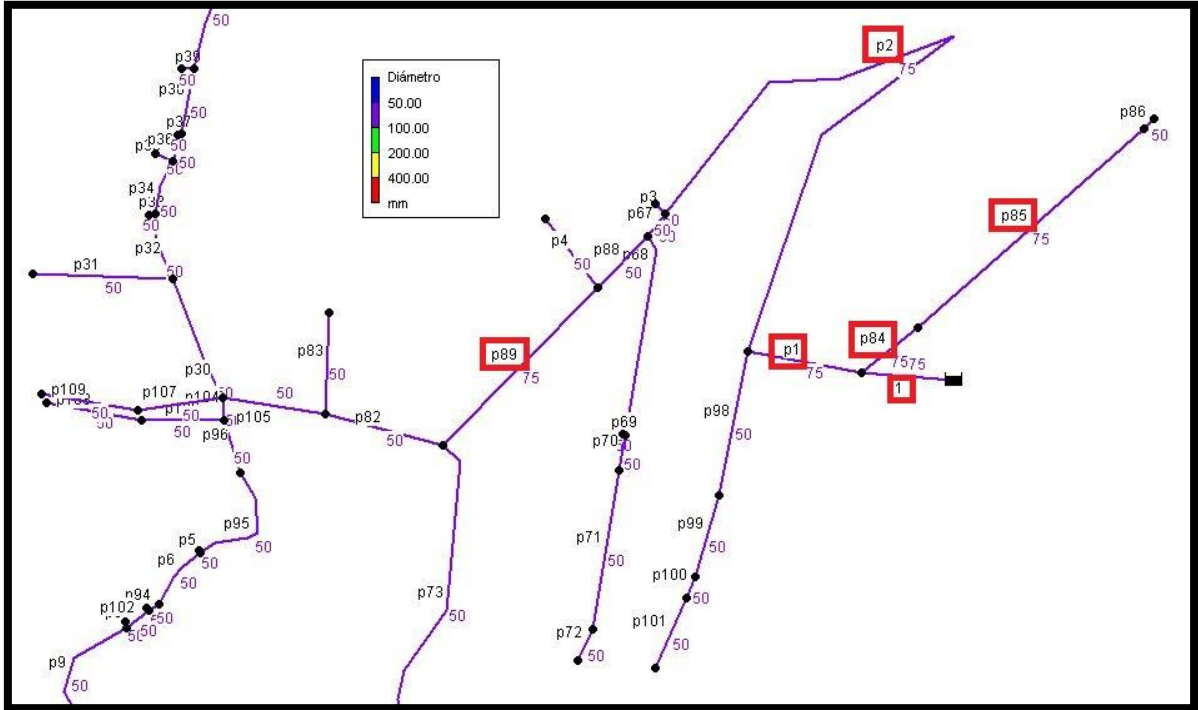


Figura 43. Representación de las tuberías con diámetros de 75mm

En la Tabla 25 se indica el resumen de tuberías que es necesario implementar para el manejo del caudal concesionado de 5 l/s, con su respectiva presión de trabajo y longitud total.

Tabla 25. Resumen de las tuberías para el caudal concesionado de 5 l/s

TUBERÍAS	LONGITUD TOTAL (m)
TUBERÍA 50mm; 0.63MPa	1065.47
TUBERÍA 50mm; 0.8MPa	343.56
TUBERÍA 50mm; 1MPa	1449.882
TUBERÍA 50mm; 1.25MPa	1112.03
TUBERÍA 75mm; 0.63MPa	1010.33
TUBERÍA 75mm; 0.8MPa	163.29
TUBERÍAS 50mm	3970.942
TUBERÍAS 75mm	1173.62

En la Tabla 26 se indica el listado de tuberías que es necesario implementar para cubrir el caudal estimado de riego de 15.47 l/s, con su respectiva presión de trabajo y longitud total.

Tabla 26. Resumen de las tuberías para caudal de riego de 15.47 l/s

TUBERÍAS	LONGITUD TOTAL (m)
TUBERÍA 50mm; 0.63MPa	1171.222
TUBERÍA 50mm; 0.8MPa	216.1
TUBERÍA 50mm; 1MPa	1170.78
TUBERÍA 50mm; 1.25MPa	1112.03
TUBERÍA 75mm; 1MPa	202.1
TUBERÍA 90mm; 0.8MPa	127.458
TUBERÍA 90mm; 1MPa	77.002
TUBERÍA 110mm; 0.63MPa	904.58
TUBERÍA 110mm; 0.8MPa	163.29
TUBERÍAS 50mm	3670.132
TUBERÍAS 75mm	202.1
TUBERÍAS 90mm	204.46
TUBERÍAS 110mm	1067.87

Las velocidades resultantes en la red cumplen con la velocidad máxima, donde se establece que debe ser de 3m/s. Las longitudes, diámetros y velocidades que se presentan en cada tramo de la red se indican en la tabla (Véase anexo 3).

La simulación hidráulica se la realizó en un estado crítico o desfavorable; es decir, cuando todos los puntos de entrega están dando servicio, por tal razón, algunas de las velocidades son inferiores a las velocidades mínimas establecidas (Véase anexo 3).

Con estos diámetros y velocidades se procuró obtener presiones para sistemas de aspersión, como resultado de la simulación hidráulica dinámica se obtuvo que cuatro puntos tienen presiones menores a 10m.c.a, estas presiones se encuentran representadas por los nodos n1, n95, n96, n97 (Figura 44).

Además, como resultado de esta simulación hidráulica se obtuvo 6 puntos al final del tramo 1 con presiones mayores a 60m.c.a (Véase anexo 4).

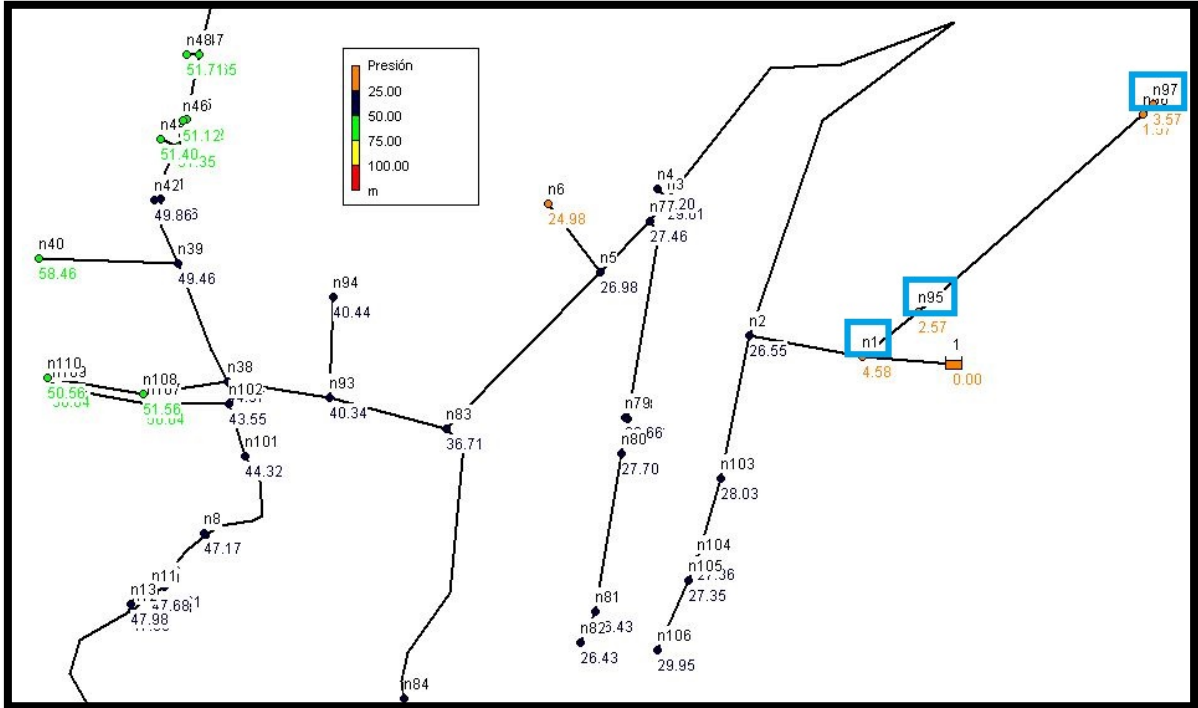


Figura 44. Puntos con presiones menores a 10m.c.a.

El modelamiento de la red a nivel dinámico con sus respectivos diámetros y presiones se indica a continuación (Figura 45).

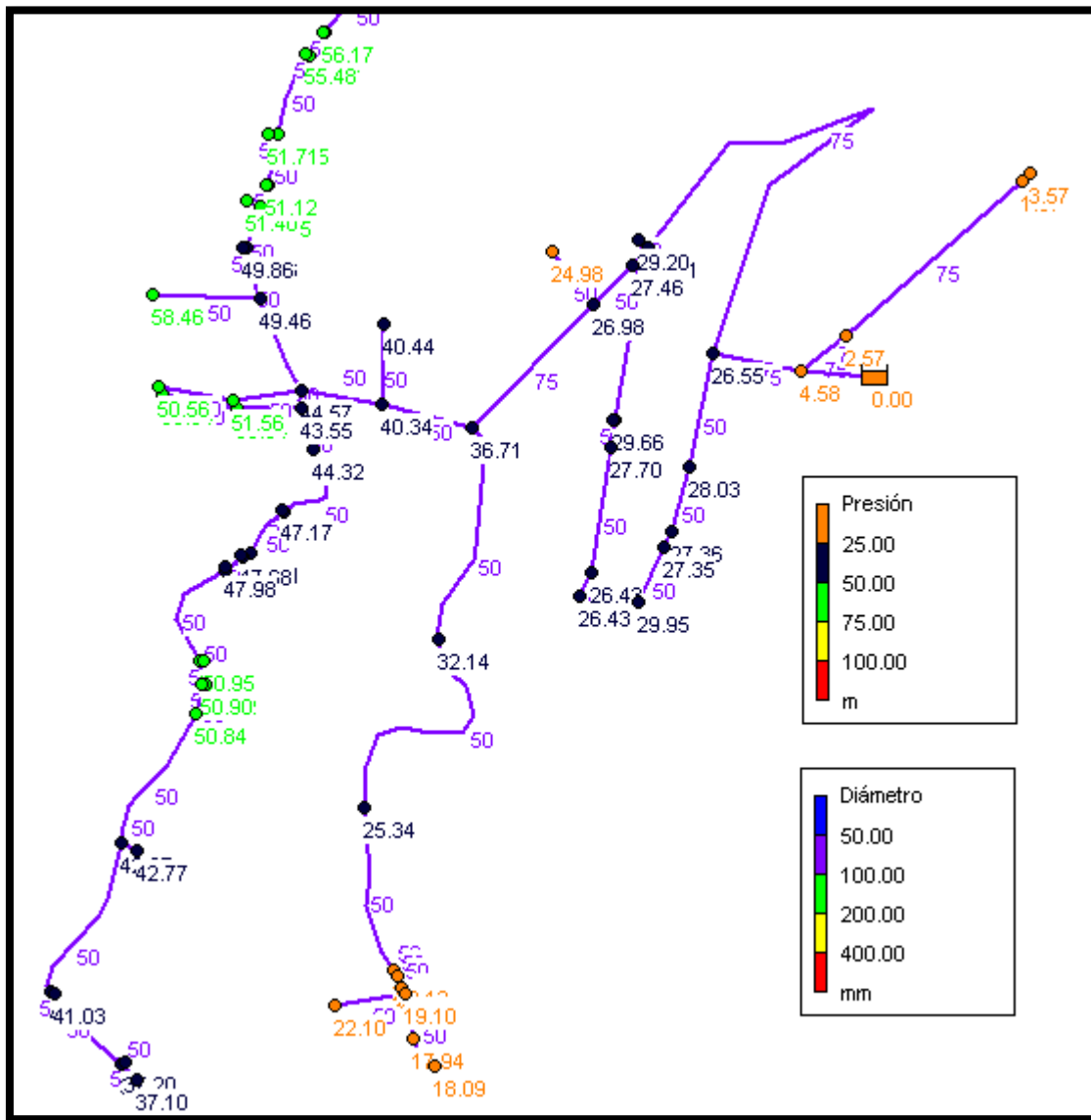


Figura 45. Modelamiento de la red Dinámico

Para la obtención de las presiones de trabajo que se indica en el manual de tuberías a presión, se modeló la red en un estado estático; es decir, cuando todos los puntos de entrega tienen como demanda base 0 l/s, en este caso las tuberías deben soportar elevadas cargas. Las presiones obtenidas en la red estática sirven para determinar la clase de tubería que es necesario instalar.

El modelamiento de la red a nivel estático con sus respectivas presiones y diámetros establecidos se indica a continuación (Figura 46).

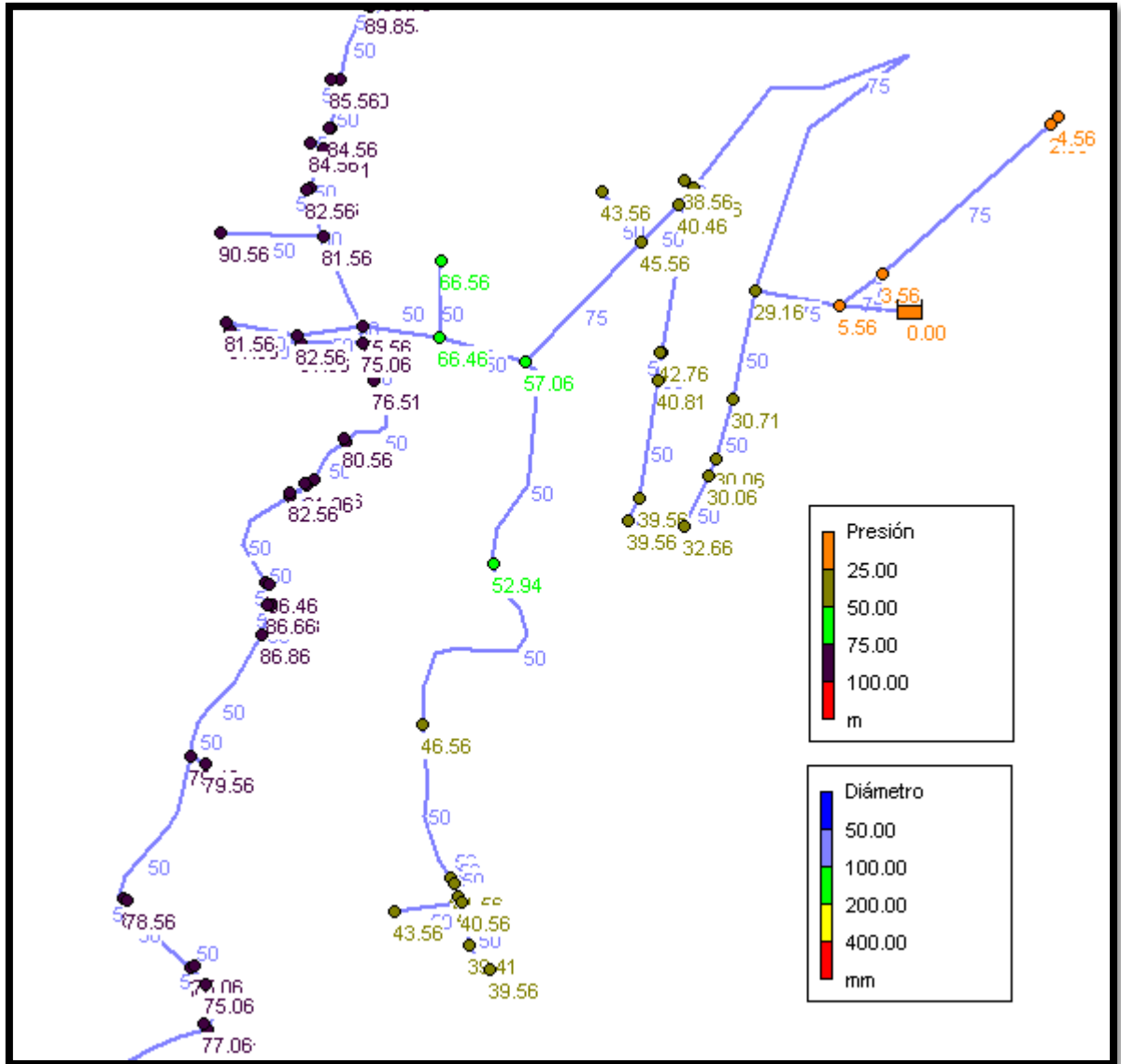


Figura 46. Modelamiento de la red Estático

En los manuales de los distribuidores de tubería se mencionan presiones de trabajo de 0.63MPa, 0.80MPa, 1.00MPa y 1.25MPa; a las presiones resultantes de trabajo en el modelo estático se les incrementó un 20% adicional de presión, como factor de seguridad. Las presiones de cada nodo de la red estática se detallan en la tabla (Véase anexo 5).

Como resultado final en la simulación hidráulica dinámica las presiones se encuentran entre 1.57 m.c.a y 64.98 m.c.a y en la simulación hidráulica estática las presiones se encuentran entre 2.56m.c.a y 101.35m.c.a.

En la Figura 47 se muestra los resultados de la simulación hidráulica dinámica para el caudal de riego analizado de 15,47l/s, con sus respectivos diámetros y presiones obtenidas.

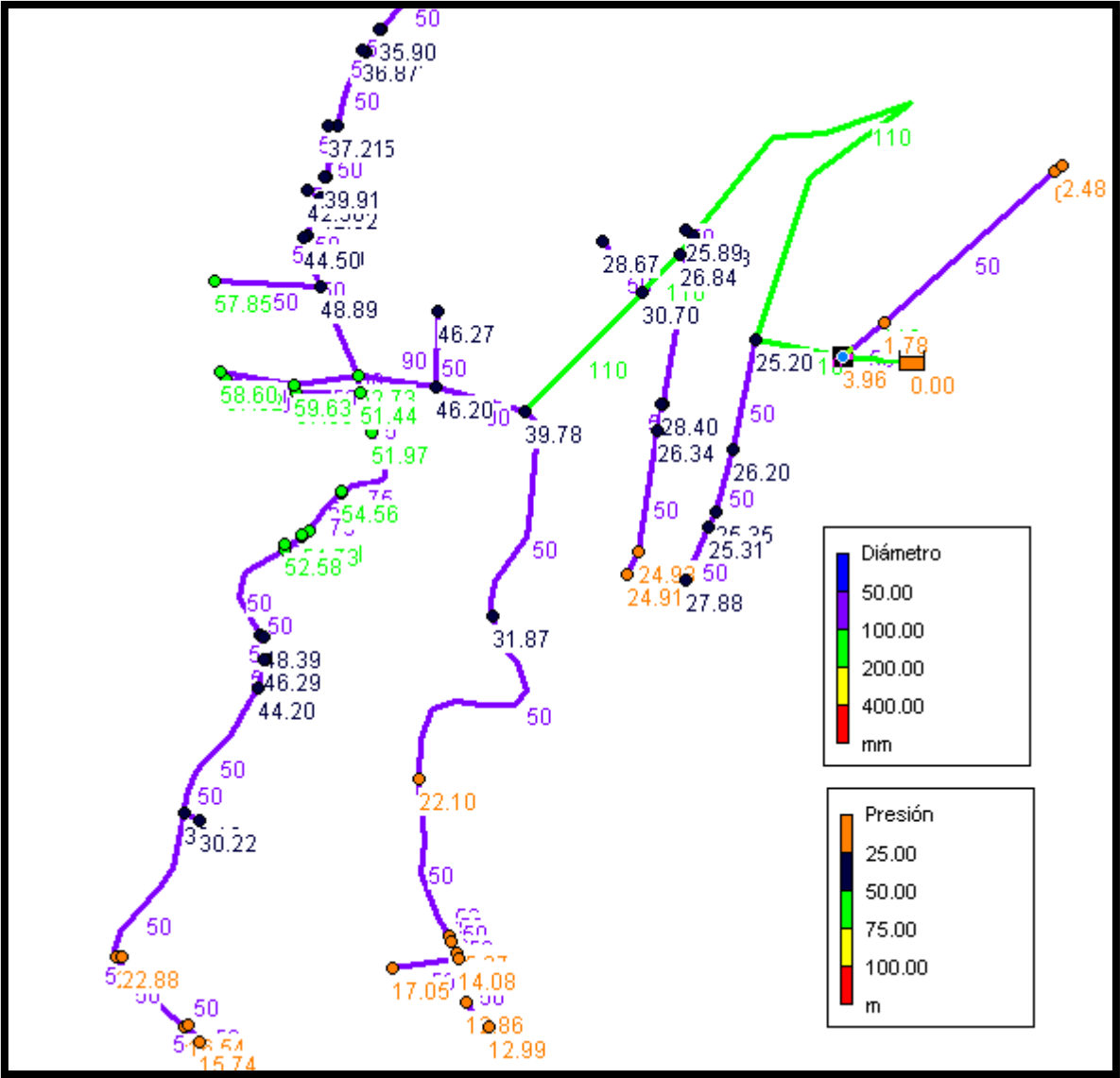


Figura 47. Resultados de la simulación dinámica para el caudal de 15,47 l/s

3.6. Presupuesto Referencial del Sistema

En base a los resultados obtenidos del proyecto se procedió a la elaboración del presupuesto referencial utilizando los precios de la cámara de la construcción para el caudal concesionado de 5 lt/s y para el caudal de riego analizado de 15.47 lt/s, con el objetivo de dar a la comunidad la opción de elegir el presupuesto más conveniente.

Tabla 27. Presupuesto para el caudal concesionado de 5 lt/s

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (\$)	
			UNITARIO	TOTAL
PRELIMINARES				
LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	4115.65	2.25	9260.21
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	5144.56	1.23	6327.81
EXCAVACIÓN A MÁQUINA	m3	3539.03	0.52	1840.30
EXCAVACIÓN MANUAL	m3	576.62	9.85	5679.67
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	4115.65	3.28	13499.33
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3	823.13	4.53	3728.78
TUBERÍAS Y ACCESORIOS				
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 0.63MPa	m	1065	2.46	2621.06
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 0.8MPa	m	344	2.96	1016.94
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 1MPa	m	1450	3.46	5016.59
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 1.25MPa	m	1112	3.96	4403.64
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 75mm; 0.63MPa	m	1010	4.45	4495.97
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 75mm; 0.8MPa	m	163	4.95	808.29
INSTALACIÓN Y CAJA DE VALVULAS	u	4	24.84	99.36
VALVULAS DE AIRE 3/4"	u	8	44.83	358.64
VALVULAS DE DESAGUE 2"	u	8	121.75	974.00
VALVULA DE COMPUERTA 2"	u	7	121.75	852.25
VALVULA DE COMPUERTA 3"	u	1	156.21	156.21
CONEXIONES DOMICILIARIAS SERVICIO PVC 1" (MAT/INST)				
CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 01" (MAT/INST)	u	70	192.68	13487.60
TOTAL				74626.64

Tabla 28. Presupuesto para caudal de riego de 15.47 lt/s

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (\$)	
			UNITARIO	TOTAL
PRELIMINARES				
LIMPIEZA Y DESBROCE	m2	4115.65	2.25	9260.21
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	5144.56	1.23	6327.81
EXCAVACIÓN A MÁQUINA	m3	3539.03	0.52	1840.30
EXCAVACIÓN MANUAL	m3	576.62	9.85	5679.67
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3	4115.65	3.28	13499.33
RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3	823.13	4.53	3728.78
TUBERÍAS Y ACCESORIOS				
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 0.63MPa	m	1171	2.46	2881.21
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 0.8MPa	m	216	2.96	639.66
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 1MPa	m	1171	3.46	4050.90
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 50mm; 1.25MPa	m	1112	3.96	4403.64
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 75mm; 1MPa	m	202	5.4	1091.34
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 90mm; 0.8MPa	m	127	5.78	736.71
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 90mm; 1MPa	m	77	5.93	456.62
TUBERÍA E INSTALACIÓN PVC U/E 110mm; 1MPa	m	1068	8.02	8564.32
INSTALACIÓN Y CAJA DE VALVULAS	u	4	24.84	99.36
VALVULAS DE AIRE 3/4"	u	8	44.83	358.64
VALVULAS DE DESAGUE 2"	u	8	121.75	974.00
VALVULA DE COMPUERTA 2"	u	7	121.75	852.25
VALVULA DE COMPUERTA 3"	u	1	156.21	156.21
CONEXIONES DOMICILIARIAS SERVICIO PVC 1" (MAT/INST)				
CONEXION DOMICILIARIA SERVICIO PVC 01" (MAT/INST)	u	70	192.68	13487.60
TOTAL				79088.54

3.7. Socialización de los resultados del proyecto con la Comunidad

Para presentar los resultados del proyecto de la red de riego se realizó una reunión vía online con el uso de la plataforma zoom, la cual contó con la presencia de la Directora del proyecto, el Dirigente de la Junta Administradora de Agua de la Comunidad San José del Tablón, moradores del sector, Profesores de la Universidad y colaboradores.

Esta socialización empezó con una breve introducción y antecedentes en los cuales se mencionó datos relevantes con relación al proyecto, se presentó los resultados del estudio realizado para determinar las necesidades hídricas, así como los resultados de la encuesta aplicada dando a conocer el caudal de riego analizado.

Además se dio a conocer el trazado de la red de riego con sus respectivos tramos, diámetros, longitudes y presiones. La socialización finalizó con la presentación de los presupuestos referenciales para el caudal concesionado de 5 l/s y para el caudal de riego analizado de 15,47 l/s y se detalló la elaboración de los planos diseñados.

Se entregó al representante de la Comunidad el informe final del proyecto así como los respectivos planos de la red de riego, para que sean usados oportunamente y así aprovechar adecuadamente el caudal aprobado por la concesión o realizar una nueva gestión para que les aprueben el caudal planteado para riego.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La construcción del sistema de agua para riego en la comunidad mejorará la calidad de vida de las personas que se dedican a la agricultura, ya que contarán con acceso al agua de riego permanentemente.
- Como resultado de la encuesta aplicada a la comunidad se obtuvo que 70 lotes requieren de puntos de entrega de agua para riego cubriendo un área total de 25.783 Ha, mediante la encuesta se concluyó que todos los comuneros siembran los mismos cultivos, por tal razón se decidió determinar las necesidades hídricas de todos los cultivos.
- Para cubrir la máxima necesidad de riego que requiere la zona de estudio se obtuvo un caudal de 15.47 l/s, el cual es un valor que triplica la cantidad de caudal que tiene concesionado la comunidad.
- Se concluyó que la máxima necesidad de riego, se requiere en el mes de Enero y que la lechuga es el cultivo que demanda la máxima necesidad con 128.1 mm/mes.
- La elaboración de la red de agua para riego se la diseñó para 10 tramos que abarca una longitud total de 4740.082m, cubriendo de esa manera todos los lotes que requieren el agua para los cultivos.
- En la red para riego se decidió implementar accesorios para el correcto funcionamiento; ocho válvulas de aire, las cuales van a posibilitar la salida de aire acumulado en la tubería, ocho válvulas de desagüe que van a permitir el vaciado y la limpieza de las tuberías y ocho válvulas de compuerta, las cuales facilitarán las labores de mantenimiento cuando sea necesario.
- Se entregará a los representantes de la comunidad San José del Tablón, los planos con el respectivo trazado de la redes en planta y perfil, con una simbología acorde a los accesorios que se encuentran en la red, además del presupuesto referencial para que sea manejado de la mejor manera.
- El sistema de distribución de agua para riego diseñado para la comunidad del Tablón es una red abierta o ramificada debido a que no tiene puntos de conexión y termina en puntos ciegos.

- La mayoría de los terrenos se encuentran en las zonas bajas, sin embargo, se evidenció que en las zonas altas también existen áreas dedicadas a la agricultura y al pastoreo de ganado, provocando que se dificulte la conducción de agua a esos terrenos.
- Se entregó a la comunidad dos alternativas presupuestarias, con el objetivo de que la población decida si construir la red de riego con el caudal actualmente concesionado o con el caudal de riego estimado.
- El presupuesto entregado para el caudal de 5 lt/s es más accesible económicamente, debido a que solo necesita tuberías de 50mm y 75mm, por el contrario el presupuesto para el caudal de 15,47 lt/s incluye tuberías de 50mm, 75mm, 90mm y 110mm con distintas presiones de trabajo.

4.2. RECOMENDACIONES

- La población de San José del Tablón tiene la opción de disminuir algunos de los rubros presentados en el presupuesto, para ello se les recomienda organizar una minga para realizar algunas de las actividades preliminares como son: la limpieza y desbroce, el replanteo y nivelación, excavaciones y rellenos.
- Se recomendó a la comunidad que gestionen una actualización de la concesión actual, para que les suministren el caudal de 15.47 l/s y realizar la construcción de la red para riego de cultivos en base a este caudal.
- Las variaciones climáticas que se presentan en el sector del Tablón dificultan que los cultivos puedan desarrollarse adecuadamente, por tal razón es recomendable que la comunidad cuente con un calendario o programación de riego y cosecha para que los cultivos se desarrollen de una manera adecuada.
- Cuando el sistema de riego se lleve a cabo, las válvulas de purga o vaciado deberán descargar el flujo hacia los puntos de menor elevación, de modo que el suelo no erosione.
- Se recomienda a los comuneros no utilizar el agua de riego cuando se presenten precipitaciones fuertes, debido a que provocará daños en los cultivos y malgastará el recurso asignado.
- Se recomienda colocar las tuberías de una manera adecuada, evitando que cruce con otras redes y recubrir las tuberías adecuadamente en los lugares por donde transitan vehículos.
- Es recomendable que la comunidad realice mantenimiento a las tuberías del sistema para evitar obstrucciones o roturas futuras y así mantener adecuadamente su funcionamiento.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, F. (2015). *Abastecimiento de agua para comunidades rurales*.
https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/AGUIRRE%202015.%20Abastecimiento%20de%20agua%20para%20comunidades%20rurales.pdf
- Alcobendas, P., & Moreno, M. (2012). *Necesidades de riego de los cultivos*. UCLM.
https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/NecesidadesRiego.pdf
- Álvarez, D. (2002). *Necesidades de agua y modelo de riego en el cereal*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola INEA.
<http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/Necesidades%20de%20riego%20de%20los%20cereales.pdf>
- American Water Works Association. (2001). *Manual of water supply practices, Air release, Air/Vacuum and Combination Air valves—M51* (First).
- ARISTASUR. (2017). *Precipitaciones en meteorología*.
<https://www.aristasur.com/contenido/como-se-miden-las-precipitaciones-en-meteorologia>
- Blas, V. (2001). *Agua potable en zonas rurales* (Guía del participante).
<https://es.slideshare.net/victoreliasblas/como-instalar-agua-potable-en-zonas-rurales>
- Cadena, V. (2014). *Hablemos de Riego*. CONGOPE. <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/HABLEMOS-DE-RIEGO-LOW.pdf>
- Calderón, S. (2014). *EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN LA EFICIENCIA DEL DESARROLLO DE LOS CULTIVOS EN CINCO BARRIOS DE TUMBACO, PICHINCHA* [Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3242/1/T-UCE-0004-100.pdf>
- CAPSERVS MEDIOS. (2015). *Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pifo*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1768100170001_1768100170001%20-%20PIFO_30-10-2015_17-27-50.pdf
- Cisneros, R. (2003). *Apuntes de la materia de Riego y Drenaje*. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI.
<http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>

- Comisión Nacional de Riego. (2016). *Coeficiente de cultivo Kc en riego*. Portal Frutícola. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/08/14/que-es-le-coeficiente-de-cultivo-kc-en-riego-valores-por-especie/>
- CONAGUA. (2015). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Diseño de redes de distribución de agua potable*.
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2008). <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>
- Demin, P. (2014). *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego: Métodos de riego: Fundamentos, usos y adaptaciones* (INTA). https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Dorronsoro, C. (2019). *Propiedades Físicas*. Edafología y los suelos. <http://www.edafologia.net/introeda/tema04/text.htm#anchor622272>
- Durán, A. (2015). *MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO DE LA ASOCIACIÓN DE TRABAJADORES AGRÍCOLAS LARCACHACA CANTÓN CAYAMBE* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4432/1/T-UCE-0011-165.pdf>
- Dury, A. (2013). *Humedad del aire*. MASMAR. <http://www.masmar.net/index.php/esl/Apuntes-N%C3%A1uticos/Meteorolog%C3%ADa/Humedad-del-aire.-Aparatos-de-medida>
- EMAAP-Q. (2008). *Normas de Diseño de Sistemas de Agua Potable para la EMAAP-Q*.
- EPMAPS. (2018). *Estructura de servicio de agua potable*. <https://www.aguaquito.gob.ec/4126-2/>
- Espinoza, I. (2015). *Vigilancia de la calidad de agua para consumo humano*. <https://docplayer.es/amp/7524165-Vigilancia-de-la-calidad-de-agua-para-consumo-humano-red-publica-y-sistemas-de-abastecimiento.html>
- FAO. (2006). *Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (N.º 56; Serie de Riego y Drenaje). <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- Fernández, R. (2010). *Manual de Riego para Agricultores: Riego por Aspersión*. Junta de Andalucía.
- FONDO PARA LA PROTECCIÓN DEL AGUA. (2019). <http://sedc.fonag.org.ec/reportes/consultas/>

- Fuertes, J. (2018). *Los usos del agua*. iagua. <https://www.iagua.es/blogs/joan-gaya-fuertes/usos-agua>
- GAD PIFO. (2019). <http://www.pifo.gob.ec/web/index.php/contenido/item/informacion-general>
- García, Alberto. (2003). *Principios y Aplicaciones del Riego*. Reverté. <https://books.google.com.ec/books?id=vRtP-aU0QU8C&pg=PA365&dq=riego&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj90YD1rrLpAhULVd8KHchuBeQQ6AEITzAF#v=onepage&q&f=false>
- García, Arturo. (2013). *Propiedades del suelo—Propiedades físicas—Densidad*. Área de Edafología y Química Agrícola. <https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL5PFDensidad.htm>
- Hurtado, L. (2005). *Fundamentos del Riego*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.
- Jiménez, S. (2017). *Pérdidas de carga localizadas o en accesorios*. Hidráulica Fácil. <https://www.hidraulicafacil.com/2017/07/perdida-de-carga-localizada-o-en.html>
- Kin, A., & Ledent, J. (2014). *Efectos del viento sobre las plantas*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_viento___4.pdf
- Lahlou, M. (2012). *Golpe de Ariete* (Tecnología en Breve). National Environmental Services Center. http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2009_tb/spanish/water_hammer_DWFSOM141.pdf
- León, D., & Valarezo, M. (2011). *DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO PARA EL PROYECTO DE LA HACIENDA GUADALUPE, UBICADO EN LA PARROQUIA CHECA, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/2663/T-PUCE-3423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, J. (2007). *Necesidades Hidricas de los Cultivos* (Irrigación y Drenaje). Facultad de Agronomía. https://calificaciones.weebly.com/uploads/1/0/6/5/10652/unidad_iii.pdf
- MAGAP. (2017). *Informe de pertinencia de intervención de riego parcelario*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- Novillo, C. (2019). *Qué es la evaporación del agua y ejemplos*. Ecología verde. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-evaporacion-del-agua-y-ejemplos-1998.html>

- ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento. (2019). *PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO*.
<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>
- Ordoñez, J. (2011). *Balance Hídrico Superficial*. SENAMHI.
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf
- PLASTIGAMA. (2019). *Tuberías y Accesorios de PVC y PE BD*.
- Portilla, J. (2015). *Tutoriales al día: Ingeniería Civil*.
<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/asignacion-de-demandas-a-los-nodos-de-una-red-de-distribucion-de-agua-potable/>
- Reca, J., Roldán, J., & Martínez, J. (2002). *Análisis de la fiabilidad de una red de riego en función de la simultaneidad de la demanda* (Ingeniería del agua).
https://www.researchgate.net/publication/39425778_Analisis_de_la_fiabilidad_de_una_red_de_riego_en_funcion_de_la_simultaneidad_de_la_demanda
- Rodríguez, R., & Portela, A. (2004). *Meteorología y Climatología*. <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Sánchez, M. (1992). *Métodos para el estudio de la Evaporación y Evapotranspiración*.
<https://geomorfologia.es/sites/default/files/Cuadernos%20t%C3%A9cnicos%20de%20la%20SEG%20n%C2%BA%203.pdf>
- Sela, G. (2017). *Las Necesidades Hídricas de Cultivos*. Smart Fertilizer Management.
<https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/water-requirements-of-crops>
- SEMARNAT. (2015). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Conducciones*.
- SENAGUA. (2015). *REGLAMENTO LEY RECURSOS HÍDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA*. <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/REGLAMENTO-LEY-RECURSOS-HIDRICOS-USOS-Y-APROVECHAMIENTO-DEL-AGUApdf.pdf>
- Trezza, R. (2005). *CROPWAT para windows*.
http://webdelprofesor.ula.ve/nucleotrujillo/rtrezza/CROPWAT_MANUAL.pdf
- Uribe, H. (2018). *Riego en frambuesa*. INIA Quilamapu. <https://docplayer.es/74832511-Hamil-uribe-1-ingeniero-civil-agricola-msc-dr.html>
- USDA. (2005). *Cálculo de la humedad del suelo por tacto y apariencia*.
<https://www.wcc.nrcs.usda.gov/ftpref/wntsc/EstimatingSoilMoistureFeelAppearanceSpanish.pdf>

6. ANEXOS

ANEXO 1. Valores de k para cálculo de pérdidas locales

Pieza, conexión o dispositivo	K_L
Rejilla de entrada	0.80
Válvula de pie	3.00
Entrada cuadrada	0.50
Entrada abocinada	0.10
Entrada de borda o reentrada	1.00
Ampliación gradual	0.30
Ampliación brusca	0.20
Reducción gradual	0.25
Reducción brusca	0.35
Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfallera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

ANEXO 2. Resultados de la encuesta

Patricio Calupiña		
Rosa Mariena Lulluna	2400	Habas, papas, meloco, cebollas
Santiago Lulluna	2 500	
Jacinto Villareal	4 000	
Ramón Lulluna	2700	Habas, cebolla, chochos, melocos
Enrique Chuquimarca	2 500	
Manuel Vega	3 000	
Pablo Vaca	3 000	
Ángel Chiguano	4 000	
Pedro Chuquimarca	30000	
Micaela Pilca	3 000 1000	Papas, habas, maiz, arvejas Cebollas, zanahorias, tomate, lechuga, acelga, remolacha
Hermelinda Díaz	2 500	
Zoila Pineida	3 000	
Judith Pineida	2 000	
Edison Tipanluisa	3000	Papas, habas
Darwin Pineida	2 000	
Geovani Jácome	2 500	
Gabriela Jácome	1000 2 000	Cebolla, zanahoria, col, hierba
Danilo Jácome	2 500	
Neptali Pineida	2 000	
Edelinda Llanacallo	4 000	
Abraham Tipán	3 000	
José Luis Guarandá	3 000 5000	Remolachas, zanahoria, tomate, cebolla, lechuga, brocoli, col
Rogelio Quinchimbla	3000 1000	Papa, meloco, oca, tomate, cebolla, zanahoria, lechuga
Juan Molina	3 000	
Blanca Quinchimbla	3200	Habas, papas, melocos, arvejas
Carlos Pineida	3 500	
Jorge Churaco	2000	Habas, cebolla, arvejas
Victor Churaco/Marcelo Churaco	2 500	
Leonidas Churaco	5000 7000	Habas, maiz, papas, frutales, tomate, cebolla, lechuga
Doris Asipuelas	2500	Hierba, pasto
Pedro Chuquimarca Acero	20000	Papas, habas, maiz
Enrique Asipuela	2 000	
Kevin Asipuela	2 000	
Edwin Pineida	3 500	
Asociación	4 000	
Mariela Vega	2 000	
Armando Pineida	3 000	

PROPIETARIO	AREAS	CULTIVOS
Ligia Gonzáles		
Ester Tipanluisa/Alonso Chuquimarca	<i>lote en otro</i> 3000	Hierba, papas, habas, alfalfa, tomate , zanahoria, col, cebada
María Tipan	3.000	
Sonia Guaranda	2700	Papas, habas <i>Hierba Lijas</i>
Maricela Chuquimarca	2000	Hierba, papas, habas, alfalfa, tomate , zanahoria, col
José Eduardo Tituaña	4000 10000	Trigo, papas, cebada
María Placida Guaranda	5000	Hierba, habas, lechuga, remolacha, tomate , zanahorias
José Eduardo Tituaña X	10000 X	Trigo, papas, cebada X
Daniel Pineida	1000	Papas, habas, mellocos, tomate , lechuga, zanahoria
<i>Leydi Pilca</i> Micaela Pilca X	1000	Cebollas, zanahorias, tomate , lechuga, acelga, remolacha
<i>Micaela Pilca</i> X	1000	Cebollas, zanahorias, tomate , lechuga, acelga, remolacha
Julio Quinchimbla	2500	
Juan Alban	2500	
Segundo Aurelio Guaranda	10000	Papas, habas, mellocos
María Orfelina Rodríguez	10030	Cebollas, zanahorias, tomate , lechuga
Serafín Quinchimbla	2500 600	Papas, habas, tomates, cebolla, lechuga, zanahoria
Neptali Pineida	2200	
Rodrigo Pineida	20000	Habas, maíz, melloco
Nelson Pineida	2500	Arvejas, papas, habas
Neptali Pineida	<i>lote en otro sector de la comunidad</i>	
Estadio de la comunidad	4.000	
<i>lote en otro Sector</i> Luis Guaranda	2100	Tomate , remolacha, brocoli, rabano, lechuga, zanahoria
María Salazar	2500	
Gladys Quinchimbla	2500 1500	Papas, habas, arvejas
X Graciela Pineida X		
José Domingo Ramos	2000 1000	Papas, habas, cebolla, maíz, rabano, coliflor, brocoli, melloco
María Leonor Tipluisa	2000	
Lidia Jimena Llanacallo	2000	
María Transito Tipanluisa	2000 810	Tomate , cebolla, papas, lechuga, habas, zanahorias
Segundo Tipanluisa	3000	Tomate, cebolla, papas, lechuga, habas, zanahorias, rabano
Yolanda Chuquimarca	1000	Alfalfa, cebolla, zanahoria, lechuga, tomate
Jorge Tipanluisa	2500	
Maricela Chuquimarca	2500 1000	Hierba, papas, habas, alfalfa, tomate , zanahoria, col
Inés Llanacallo	3000 10000	Papas, habas, arvejas
Delia Pineida	3000	
Rosa Llanacallo	3.000	

ANEXO 3. Datos de Tuberías

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p1	63.92	75	4.71	1.07
Tubería p2	389.27	75	4.36	0.99
Tubería p3	83.33	50	0.07	0.04
Tubería p4	44.25	50	0.07	0.04
Tubería p5	1.72	50	0.07	0.04
Tubería p6	34.81	50	1.36	0.69
Tubería p7	1.8	50	0.07	0.04
Tubería p8	3.27	50	0.07	0.04
Tubería p9	79.16	50	1.14	0.58
Tubería p10	3.16	50	0.07	0.04
Tubería p11	16.49	50	1.07	0.55
Tubería p12	2	50	0.07	0.04
Tubería p13	11.63	50	0.07	0.04
Tubería p14	113.12	50	0.86	0.44
Tubería p15	3.32	50	0.07	0.04
Tubería p16	2.69	50	0.07	0.04
Tubería p17	15.24	50	0.64	0.33
Tubería p18	35.36	50	0.57	0.29
Tubería p19	4.47	50	0.07	0.04
Tubería p20	134.53	50	0.36	0.18
Tubería p21	3	50	0.07	0.04
Tubería p22	22.4	50	0.29	0.15
Tubería p23	2.7	50	0.07	0.04
Tubería p24	38.24	50	0.21	0.11
Tubería p25	3.6	50	0.07	0.04
Tubería p26	13.65	50	0.14	0.07
Tubería p27	2.1	50	0.07	0.04
Tubería p28	104	50	0.07	0.04
Tubería p29	36.41	50	0.07	0.04
Tubería p30	67	50	1.36	0.69
Tubería p31	72.06	50	0.07	0.04
Tubería p32	35.65	50	1.29	0.66
Tubería p33	3.16	50	0.07	0.04
Tubería p34	28.64	50	1.21	0.62
Tubería p35	9.85	50	0.07	0.04

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p36	14.86	50	1.14	0.58
Tubería p37	1.71	50	0.07	0.04
Tubería p38	34.65	50	1.07	0.55
Tubería p39	6.5	50	0.07	0.04
Tubería p40	55.42	50	1	0.51
Tubería p41	3.2	50	0.07	0.04
Tubería p42	18.82	50	0.93	0.47
Tubería p43	0.99	50	0.07	0.04
Tubería p44	63.48	50	0.86	0.44
Tubería p45	1.41	50	0.07	0.04
Tubería p46	49.77	50	0.79	0.4
Tubería p47	2.69	50	0.07	0.04
Tubería p48	7.928	50	0.71	0.36
Tubería p49	1.97	50	0.07	0.04
Tubería p50	72.82	50	0.64	0.33
Tubería p51	2	50	0.07	0.04
Tubería p52	83.97	50	0.57	0.29
Tubería p53	5.7	50	0.07	0.04
Tubería p54	68.35	50	0.5	0.25
Tubería p55	3.16	50	0.07	0.04
Tubería p56	22.53	50	0.36	0.18
Tubería p57	9.9	50	0.07	0.04
Tubería p58	60.6	50	0.29	0.15
Tubería p59	3.13	50	0.07	0.04
Tubería p60	48.14	50	0.21	0.11
Tubería p61	3	50	0.07	0.04
Tubería p62	4.29	50	0.14	0.07
Tubería p63	5	50	0.07	0.04
Tubería p64	11.69	50	0.07	0.04
Tubería p65	2	50	0.07	0.04
Tubería p66	2.106	50	0	0
Tubería p67	15.31	50	4.29	2.18
Tubería p68	105.5	50	0.29	0.15
Tubería p69	1.58	50	0.07	0.04
Tubería p70	18.82	50	0.21	0.11

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p71	83.12	50	0.14	0.07
Tubería p72	18.87	50	0.07	0.04
Tubería p73	151.73	50	0.57	0.29
Tubería p74	176.39	50	0.5	0.25
Tubería p75	111.73	50	0.43	0.22
Tubería p76	6	50	0.36	0.18
Tubería p77	9.43	50	0.29	0.15
Tubería p78	4.47	50	0.21	0.11
Tubería p79	30.72	50	0.14	0.07
Tubería p80	25.07	50	0.07	0.04
Tubería p81	46.53	50	0.07	0.04
Tubería p82	62.71	50	3.29	1.67
Tubería p83	52.52	50	0.07	0.04
Tubería p84	37.06	75	0.21	0.05
Tubería p85	155.9	75	0.14	0.03
Tubería p86	7.35	50	0.07	0.04
Tubería p88	36.77	50	4	2.04
Tubería p89	114.56	75	3.86	0.87
Tubería p90	88.99	50	-0.43	0.22
Tubería p91	69.59	50	-0.5	0.25
Tubería p92	67.56	50	-0.71	0.36
Tubería p93	100.7	50	-0.93	0.47
Tubería p94	6.21	50	-1.29	0.65
Tubería p95	65.36	50	-1.43	0.73
Tubería p96	28.18	50	-1.5	0.76
Tubería p97	47.02	50	0.43	0.22
Tubería p98	76.49	50	0.29	0.15
Tubería p99	43.7	50	0.21	0.11
Tubería p100	12.12	50	0.14	0.07
Tubería p101	39.6	50	0.07	0.04
Tubería p102	14.59	50	-1.21	0.62
Tubería p103	20.88	50	-1	0.51
Tubería p104	11.49	50	-1.71	0.87
Tubería p105	53.69	50	-3.21	1.64
Tubería p106	43.57	50	0.14	0.07
Tubería p107	44.88	50	0.14	0.07
Tubería p108	49.82	50	0.07	0.04
Tubería p109	50.81	50	0.07	0.04
Tubería 1	24.55	75	-5	1.13

ANEXO 4. Datos de presiones en nodos (Red Dinámica)

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n1	3461	0.07143	4.58
Conexión n2	3437.4	0.07143	26.55
Conexión n3	3428.2	0	29.01
Conexión n4	3428	0.07143	29.2
Conexión n5	3421	0.07143	26.98
Conexión n6	3423	0.07143	24.98
Conexión n7	3386.02	0	47.15
Conexión n8	3386	0.07143	47.17
Conexión n9	3384.7	0.07143	47.81
Conexión n10	3384.2	0	48.08
Conexión n11	3384.6	0.07143	47.68
Conexión n12	3384	0	47.98
Conexión n13	3384	0.07143	47.98
Conexión n14	3380	0	51.05
Conexión n15	3380.1	0.07143	50.95
Conexión n16	3379.88	0	50.92
Conexión n17	3379.9	0.07143	50.9
Conexión n18	3387.1	0	42.67
Conexión n19	3387	0.07143	42.77
Conexión n20	3386	0.07143	43.03
Conexión n21	3388	0.07143	41.03
Conexión n22	3391.48	0	37.22
Conexión n23	3391.5	0.07143	37.2
Conexión n24	3391.5	0.07143	37.1
Conexión n25	3389.49	0	38.98
Conexión n26	3389.5	0.07143	38.97
Conexión n27	3387.92	0.07143	40.21
Conexión n28	3388.78	0	39.18
Conexión n29	3388.8	0.07143	39.16
Conexión n30	3391.02	0	36.91
Conexión n31	3391	0.07143	36.93
Conexión n32	3389.24	0	38.67
Conexión n33	3389.5	0.07143	38.41
Conexión n34	3388.49	0	39.42
Conexión n35	3388.5	0.07143	39.41

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n36	3380.02	0	47.88
Conexión n37	3380	0.07143	47.9
Conexión n38	3391	0	44.57
Conexión n39	3385	0	49.46
Conexión n40	3376	0.07143	58.46
Conexión n41	3384	0	49.86
Conexión n42	3384	0.07143	49.86
Conexión n43	3382.05	0	51.35
Conexión n44	3382	0.07143	51.4
Conexión n45	3382	0	51.12
Conexión n46	3382	0.07143	51.12
Conexión n47	3381.06	0	51.65
Conexión n48	3381	0.07143	51.71
Conexión n49	3376.71	0	55.47
Conexión n50	3376.7	0.07143	55.48
Conexión n51	3375.81	0	56.16
Conexión n52	3375.8	0.07143	56.17
Conexión n53	3372.79	0	58.73
Conexión n54	3372.8	0.07143	58.72
Conexión n55	3372.1	0	59.11
Conexión n56	3372.14	0.07143	59.07
Conexión n57	3372.26	0	58.87
Conexión n58	3372.29	0.07143	58.84
Conexión n59	3372.23	0	58.61
Conexión n60	3372.25	0.07143	58.59
Conexión n61	3371.4	0	59.17
Conexión n62	3375	0.07143	55.57
Conexión n63	3369.3	0	61.1
Conexión n64	3373	0.07143	57.4
Conexión n65	3368.9	0.07143	61.4
Conexión n66	3368.5	0	61.76
Conexión n67	3368.7	0.07143	61.56
Conexión n68	3367.82	0	62.39
Conexión n69	3367.8	0.07143	62.41
Conexión n70	3365.4	0	64.78

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n71	3365.7	0.07143	64.48
Conexión n72	3365.2	0	64.98
Conexión n73	3365.5	0.07143	64.68
Conexión n74	3365.2	0	64.98
Conexión n75	3365.3	0.07143	64.87
Conexión n76	3365.29	0	64.89
Conexión n77	3426.1	0	27.46
Conexión n78	3423.79	0	29.67
Conexión n79	3423.8	0.07143	29.66
Conexión n80	3425.75	0.07143	27.7
Conexión n81	3427	0.07143	26.43
Conexión n82	3427	0.07143	26.43
Conexión n83	3409.5	0	36.71
Conexión n84	3413.62	0.07143	32.14
Conexión n85	3420	0.07143	25.34
Conexión n86	3425	0.07143	20.14
Conexión n87	3425	0.07143	20.12
Conexión n88	3426	0.07143	19.11
Conexión n89	3426	0	19.1
Conexión n90	3427.15	0.07143	17.94
Conexión n91	3427	0.07143	18.09
Conexión n92	3423	0.07143	22.1
Conexión n93	3400.1	0	40.34
Conexión n94	3400	0.07143	40.44
Conexión n95	3463	0.07143	2.57
Conexión n96	3464	0.07143	1.57
Conexión n97	3462	0.07143	3.57
Conexión n99	3388.1	0.07143	40.2
Conexión n100	3379.7	0.07143	50.84
Conexión n101	3390.05	0.07143	44.32
Conexión n102	3391.5	0.07143	43.55
Conexión n103	3435.85	0.07143	28.03
Conexión n104	3436.5	0.07143	27.36
Conexión n105	3436.5	0.07143	27.35
Conexión n106	3433.9	0.07143	29.95
Conexión n107	3385	0.07143	50.04
Conexión n108	3384	0.07143	51.56
Conexión n109	3385	0.07143	50.04
Conexión n110	3385	0.07143	50.56
Embalse 1	3466.56	No Disponible	0

Anexo 5. Datos de presiones en nodos (Red Estática)

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n1	3461	0	5.56
Conexión n2	3437.4	0	29.16
Conexión n3	3428.2	0	38.36
Conexión n4	3428	0	38.56
Conexión n5	3421	0	45.56
Conexión n6	3423	0	43.56
Conexión n7	3386.02	0	80.54
Conexión n8	3386	0	80.56
Conexión n9	3384.7	0	81.86
Conexión n10	3384.2	0	82.36
Conexión n11	3384.6	0	81.96
Conexión n12	3384	0	82.56
Conexión n13	3384	0	82.56
Conexión n14	3380	0	86.56
Conexión n15	3380.1	0	86.46
Conexión n16	3379.88	0	86.68
Conexión n17	3379.9	0	86.66
Conexión n18	3387.1	0	79.46
Conexión n19	3387	0	79.56
Conexión n20	3386	0	80.56
Conexión n21	3388	0	78.56
Conexión n22	3391.48	0	75.08
Conexión n23	3391.5	0	75.06
Conexión n24	3391.5	0	75.06
Conexión n25	3389.49	0	77.07
Conexión n26	3389.5	0	77.06
Conexión n27	3387.92	0	78.64
Conexión n28	3388.78	0	77.78
Conexión n29	3388.8	0	77.76
Conexión n30	3391.02	0	75.54
Conexión n31	3391	0	75.56
Conexión n32	3389.24	0	77.32
Conexión n33	3389.5	0	77.06
Conexión n34	3388.49	0	78.07
Conexión n35	3388.5	0	78.06

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n36	3380.02	0	86.54
Conexión n37	3380	0	86.56
Conexión n38	3391	0	75.56
Conexión n39	3385	0	81.56
Conexión n40	3376	0	90.56
Conexión n41	3384	0	82.56
Conexión n42	3384	0	82.56
Conexión n43	3382.05	0	84.51
Conexión n44	3382	0	84.56
Conexión n45	3382	0	84.56
Conexión n46	3382	0	84.56
Conexión n47	3381.06	0	85.5
Conexión n48	3381	0	85.56
Conexión n49	3376.71	0	89.84
Conexión n50	3376.7	0	89.85
Conexión n51	3375.81	0	90.74
Conexión n52	3375.8	0	90.75
Conexión n53	3372.79	0	93.76
Conexión n54	3372.8	0	93.75
Conexión n55	3372.1	0	94.45
Conexión n56	3372.14	0	94.41
Conexión n57	3372.26	0	94.29
Conexión n58	3372.29	0	94.26
Conexión n59	3372.23	0	94.32
Conexión n60	3372.25	0	94.3
Conexión n61	3371.4	0	95.15
Conexión n62	3375	0	91.55
Conexión n63	3369.3	0	97.25
Conexión n64	3373	0	93.55
Conexión n65	3368.9	0	97.65
Conexión n66	3368.5	0	98.05
Conexión n67	3368.7	0	97.85
Conexión n68	3367.82	0	98.73
Conexión n69	3367.8	0	98.75
Conexión n70	3365.4	0	101.15

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n71	3365.7	0	100.85
Conexión n72	3365.2	0	101.35
Conexión n73	3365.5	0	101.05
Conexión n74	3365.2	0	101.35
Conexión n75	3365.3	0	101.25
Conexión n76	3365.29	0	101.26
Conexión n77	3426.1	0	40.46
Conexión n78	3423.79	0	42.77
Conexión n79	3423.8	0	42.76
Conexión n80	3425.75	0	40.81
Conexión n81	3427	0	39.56
Conexión n82	3427	0	39.56
Conexión n83	3409.5	0	57.06
Conexión n84	3413.62	0	52.94
Conexión n85	3420	0	46.56
Conexión n86	3425	0	41.56
Conexión n87	3425	0	41.56
Conexión n88	3426	0	40.56
Conexión n89	3426	0	40.56
Conexión n90	3427.15	0	39.41
Conexión n91	3427	0	39.56
Conexión n92	3423	0	43.56
Conexión n93	3400.1	0	66.46
Conexión n94	3400	0	66.56
Conexión n95	3463	0	3.56
Conexión n96	3464	0	2.56
Conexión n97	3462	0	4.56
Conexión n99	3388.1	0	78.46
Conexión n100	3379.7	0	86.86
Conexión n101	3390.05	0	76.51
Conexión n102	3391.5	0	75.06
Conexión n103	3435.85	0	30.71
Conexión n104	3436.5	0	30.06
Conexión n105	3436.5	0	30.06
Conexión n106	3433.9	0	32.66
Conexión n107	3385	0	81.56
Conexión n108	3384	0	82.56
Conexión n109	3385	0	81.56
Conexión n110	3385	0	81.56
Embalse 1	3466.56	No Disponible	0

ANEXO 6. Áreas de lotes y propietarios

D	PROPIETARIO	AREA (m2)	AREA (Ha)
Lote 1	Ligia Gonzáles	2500	0.25
Lote 2	Ester Tipanluisa	3000	0.3
Lote 3	María Tipan	3000	0.3
Lote 4	Sonia Guaranda	2700	0.27
Lote 5	Maricela Chuquimarca	2000	0.2
Lote 6	José Eduardo Tituaña	4000	0.4
Lote 7	María Placida Guaranda	5000	0.5
Lote 8	Jose Eduardo Tituaña	4000	0.4
Lote 9	Daniel Pineida	1000	0.1
Lote 10	Micaela Pilca/Leydi Pilca	1000	0.1
Lote 11	Micaela Pilca/ Han Pilca	1000	0.1
Lote 15	María Orfelina Rodriguez	10030	1.003
Lote 16	Serafín Quinchimbla	2500	0.25
Lote 17	Neptali Pineida	2200	0.22
Lote 18	Rodrigo Pineida	20000	2
Lote 19	Nelson Pineida	2500	0.25
Lote 20	Neptali Pineida	2500	0.25
Lote 21	Estadio de la comunidad	4000	0.4
Lote 22	Luis Guaranda	2100	0.21
Lote 23	María Salazar	2500	0.25
Lote 24	Gladys Quinchimbla	2500	0.25
Lote 25	Graciela Pineida	2500	0.25
Lote 26	José Domingo Ramos	2000	0.2
Lote 27	María Leonor Tipanluisa	2000	0.2
Lote 28	Lidia Jimena Llanacallo	2000	0.2
Lote 29	María Transito Tipanluisa	2000	0.2
Lote 30	Segundo Tipanluisa	3000	0.3
Lote 31	Yolanda Chuquimarca	1000	0.1
Lote 32	Jorge Tipanluisa	2500	0.25
Lote 33	Maricela Chuquimarca	2500	0.25
Lote 35	Delia Pineida	3000	0.3
Lote 36	Rosa Llanacallo	3000	0.3
Lote 37	Patricio Calupiña	2500	0.25
Lote 38	Rosa Marlena Lulluna	2400	0.24
Lote 39	Santiago Lulluna	2500	0.25
Lote 40	Jacinto Villareal	4000	0.4
Lote 41	Ramón Lulluna	2700	0.27
Lote 42	Enrique Chuquimarca	2500	0.25
Lote 43	Manuel Vega	3000	0.3

Lote 44	Pablo Vaca	3000	0.3
Lote 45	Angel Chiguano	4000	0.4
Lote 46	Pedro Chuquimarca	30000	3
Lote 47	Micaela Pilca	3000	0.3
Lote 48	Hermelinda Diaz	2500	0.25
Lote 49	Zoila Pineida	3000	0.3
Lote 50	Judith Pineida	2000	0.2
Lote 51	Edison Tipanluisa	3000	0.3
Lote 52	Darwin Pineida	2000	0.2
Lote 53	Jovani Jacome	2500	0.25
Lote 54	Gabriela Jacome	2000	0.2
Lote 55	Danilo Jacome	2500	0.25
Lote 56	Neptali Pineida	2000	0.2
Lote 57	Edelinda Llanacallo	4000	0.4
Lote 58	Abraham Tipán	3000	0.3
Lote 59	José Luis Guaranda	3000	0.3
Lote 60	Rogelio Quinchimbla	3000	0.3
Lote 61	Juan Molina	3000	0.3
Lote 62	Blanca Quinchimbla	3200	0.32
Lote 63	Carlos Pineida	3500	0.35
Lote 64	Jorge Churaco	2000	0.2
Lote 65	Victor Churaco	2500	0.25
Lote 66	Leonidas Churaco	5000	0.5
Lote 67	Doris Asipuela	2500	0.25
Lote 68	Pedro Chuquimarca Acero	20000	2
Lote 69	Enrique Asipuela	2000	0.2
Lote 70	Kevin Asipuela	2000	0.2
Lote 71	Edwin Pineida	3500	0.35
Lote 72	Asociación	4000	0.4
Lote 73	Mariela Vega	2000	0.2
Lote 74	Armando Pineida	3000	0.3
TOTAL		257830	25.783

ANEXO 7. Puntos de levantamiento topográfico

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
1	801806.1093m	9968589.6358m	3466.000m	STN
2	801567.8210m	9968668.4205m	3422.493m	STN
5	801806.1093m	9968589.6358m	3466.000m	STN
6	801567.8210m	9968668.4205m	3422.493m	STN
8	801769.8222m	9968722.9159m	3432.036m	VIA
9	801772.5846m	9968717.3839m	3432.428m	VIA
10	801768.6552m	9968711.6712m	3433.600m	VIA
11	801764.3760m	9968713.8975m	3433.696m	VIA
12	801761.9185m	9968706.1722m	3434.712m	VIA
13	801765.9074m	9968704.0249m	3434.439m	VIA
14	801763.9249m	9968697.0246m	3435.433m	VIA
15	801759.3956m	9968698.2747m	3435.599m	VIA
16	801757.6089m	9968690.6967m	3436.328m	VIA
17	801761.1869m	9968688.8029m	3436.410m	VIA
18	801759.1453m	9968681.2703m	3437.134m	VIA
19	801754.8224m	9968682.5775m	3436.943m	VIA
22	801323.4271m	9967895.5670m	3389.200m	STN
23	801356.0482m	9967906.2412m	3392.084m	STN
29	801502.4448m	9968308.0839m	3420.276m	VIA
31	801498.4587m	9968314.4469m	3422.635m	VIA
73	801536.0762m	9968166.0009m	3426.492m	VIA
74	801536.0379m	9968166.0409m	3426.488m	VIA
75	801540.2528m	9968165.2614m	3426.702m	VIA
76	801538.9697m	9968155.7277m	3426.800m	VIA
77	801544.2868m	9968143.2730m	3427.182m	VIA
78	801542.4819m	9968137.0749m	3427.491m	VIA
105	801554.6862m	9967967.8672m	3430.199m	VIA
106	801558.3082m	9967965.0905m	3430.298m	VIA
107	801550.1541m	9967963.3218m	3429.205m	VIA
108	801553.1323m	9967959.7948m	3429.470m	VIA
109	801540.9910m	9967955.2755m	3429.019m	VIA
110	801544.0585m	9967951.7139m	3429.194m	VIA
111	801536.6144m	9967953.9616m	3426.019m	VIA
112	801538.2557m	9967948.4720m	3426.086m	VIA
113	801528.1550m	9967949.9757m	3423.943m	VIA
114	801532.4982m	9967945.6459m	3424.498m	VIA
115	801478.1733m	9967924.1719m	3413.273m	VIA
116	801472.3063m	9967920.1380m	3411.929m	VIA

117	801466.7302m	9967917.3761m	3410.802m	VIA
118	801288.6218m	9967888.7689m	3389.327m	VIA
119	801289.9626m	9967883.8830m	3389.422m	VIA
120	801460.9167m	9967914.7809m	3409.415m	VIA
121	801454.1073m	9967913.0627m	3407.510m	VIA
122	801468.7580m	9967923.3014m	3411.508m	VIA
123	801461.7426m	9967920.6225m	3410.105m	VIA
124	801454.8196m	9967917.9581m	3408.135m	VIA
125	801448.5511m	9967916.2176m	3406.475m	VIA
126	801444.4929m	9967911.8776m	3405.516m	VIA
127	801441.0417m	9967915.0778m	3404.659m	VIA
128	801438.0853m	9967911.2809m	3404.212m	VIA
129	801432.9475m	9967914.3654m	3403.237m	VIA
130	801429.1632m	9967910.2386m	3402.489m	VIA
131	801423.2603m	9967913.9816m	3401.578m	VIA
132	801417.0316m	9967908.4856m	3400.383m	VIA
133	801410.8290m	9967913.6911m	3399.665m	VIA
134	801406.2814m	9967907.8297m	3398.744m	VIA
135	801400.6997m	9967912.5302m	3397.730m	VIA
136	801396.3952m	9967906.1286m	3396.856m	VIA
137	801391.3318m	9967912.5272m	3395.957m	VIA
138	801385.9548m	9967903.7739m	3394.994m	VIA
139	801380.4207m	9967909.5707m	3394.032m	VIA
140	801375.0028m	9967903.0984m	3393.065m	VIA
141	801367.9880m	9967908.5139m	3392.246m	VIA
142	801363.6064m	9967902.3548m	3392.022m	VIA
143	801355.5421m	9967907.4733m	3392.044m	VIA
144	801350.1584m	9967900.2335m	3391.786m	VIA
145	801341.7376m	9967903.5272m	3391.707m	VIA
149	801321.2407m	9967892.2422m	3389.100m	VIA
151	801309.0728m	9967889.1366m	3389.274m	VIA
152	801297.5146m	9967891.2322m	3389.201m	VIA
153	801276.2737m	9967880.0160m	3389.200m	VIA
155	801265.9199m	9967875.8440m	3389.095m	VIA
156	801266.9411m	9967881.7948m	3389.320m	VIA
157	801254.9092m	9967871.4944m	3388.879m	VIA
158	801258.8595m	9967879.6552m	3389.245m	VIA
159	801250.9165m	9967876.4548m	3388.850m	VIA
160	801248.5182m	9967868.9714m	3388.622m	VIA
161	801243.9894m	9967873.6781m	3388.870m	VIA
162	801236.1951m	9967870.6856m	3388.574m	VIA

163	801228.4063m	9967866.5030m	3387.831m	VIA
164	801305.3354m	9967893.9597m	3389.102m	VIA
165	801312.3250m	9967898.1916m	3388.962m	VIA
166	801313.0263m	9967892.8688m	3389.143m	VIA
167	801320.2367m	9967900.5413m	3388.821m	VIA
168	801324.3001m	9967898.9843m	3388.722m	VIA
169	801324.8066m	9967903.3079m	3388.780m	VIA
170	801331.3078m	9967907.4877m	3388.568m	VIA
171	801333.4198m	9967904.1086m	3388.688m	VIA
174	801347.3350m	9967916.1397m	3387.541m	VIA
176	801354.3423m	9967919.0638m	3387.471m	VIA
177	801350.9794m	9967920.2926m	3387.505m	VIA
178	801359.5749m	9967942.3823m	3387.758m	VIA
179	801360.4152m	9967947.7698m	3387.820m	VIA
180	801354.0659m	9967952.2409m	3387.739m	VIA
181	801349.8462m	9967948.8056m	3387.763m	
182	801341.0056m	9967954.1966m	3387.728m	
183	801342.7750m	9967959.7039m	3387.783m	
184	801335.7009m	9967964.7551m	3387.718m	
185	801332.0110m	9967960.6134m	3387.734m	
186	801324.9672m	9967966.2013m	3387.903m	
187	801328.4871m	9967970.7556m	3387.838m	
188	801321.9385m	9967975.8725m	3387.951m	
189	801318.6071m	9967973.6168m	3388.033m	
190	801313.7307m	9967980.2404m	3388.056m	
191	801317.2099m	9967983.5543m	3388.034m	
192	801313.1502m	9967991.2910m	3388.020m	
193	801309.1019m	9967988.7960m	3388.091m	
194	801304.8284m	9967996.9254m	3388.177m	
195	801308.9575m	9967999.2401m	3388.130m	
196	801305.7015m	9968006.6537m	3388.385m	
197	801300.8237m	9968006.1426m	3388.362m	
198	801297.7507m	9968014.5261m	3388.688m	
199	801301.4105m	9968016.1344m	3388.738m	
200	801298.8742m	9968024.5348m	3389.135m	
201	801295.0648m	9968024.1520m	3389.192m	
202	801293.4065m	9968033.0906m	3389.474m	
203	801296.7039m	9968033.8190m	3389.438m	
204	801293.1326m	9968041.1429m	3389.444m	
205	801292.9879m	9968046.8414m	3389.425m	
206	801752.6703m	9968675.0717m	3437.535m	VIA

207	801757.1818m	9968673.3556m	3437.766m	VIA
209	801750.6355m	9968666.8549m	3438.042m	VIA
210	801748.8323m	9968659.2606m	3438.297m	VIA
211	801753.2334m	9968658.0076m	3438.251m	VIA
215	801750.6668m	9968644.3855m	3438.387m	VIA
216	801748.3834m	9968636.1163m	3438.370m	VIA
217	801744.5208m	9968636.6782m	3438.411m	VIA
218	801742.7772m	9968628.8558m	3438.266m	VIA
220	801744.4699m	9968620.2958m	3438.154m	VIA
221	801740.8045m	9968621.2850m	3438.200m	VIA
223	801742.8452m	9968612.2197m	3438.002m	VIA
224	801741.1955m	9968604.1585m	3437.706m	VIA
225	801737.0992m	9968604.6067m	3437.469m	VIA
226	801735.6766m	9968596.5103m	3437.218m	VIA
227	801739.3364m	9968594.8450m	3437.308m	VIA
228	801735.2084m	9968602.7581m	3436.845m	ALP
229	801735.0737m	9968594.8201m	3437.120m	VIA
230	801733.8938m	9968586.8107m	3436.733m	VIA
231	801736.9483m	9968583.4798m	3436.865m	VIA
232	801733.7229m	9968568.3923m	3434.972m	VIA
233	801728.7741m	9968563.7204m	3434.950m	VIA
234	801732.8747m	9968563.1453m	3434.900m	VIA
236	801727.4157m	9968556.4547m	3435.000m	VIA
237	801725.8622m	9968548.6692m	3434.730m	VIA
238	801729.4016m	9968547.8367m	3434.790m	VIA
239	801724.6471m	9968540.7560m	3434.801m	VIA
240	801723.1666m	9968533.7051m	3434.855m	VIA
241	801721.1932m	9968525.4170m	3435.866m	VIA
242	801721.2914m	9968525.3069m	3435.856m	VIA
243	801720.1819m	9968520.6395m	3435.925m	VIA
244	801718.0399m	9968513.6064m	3436.101m	VIA
245	801716.0715m	9968505.3997m	3436.346m	VIA
246	801718.6673m	9968497.2501m	3436.572m	VIA
247	801714.0369m	9968489.6653m	3436.554m	VIA
248	801715.5540m	9968480.6493m	3436.792m	VIA
249	801709.5701m	9968473.0758m	3436.536m	VIA
250	801710.8810m	9968464.3890m	3436.587m	VIA
251	801706.1219m	9968456.7721m	3436.407m	VIA
252	801710.9200m	9968450.4271m	3436.694m	VIA
254	801703.8725m	9968443.5978m	3436.586m	QB
261	801760.9132m	9968603.1058m	3443.320m	TOPOGRAFICO

262	801768.4372m	9968602.1005m	3446.279m	TOPOGRAFICO
263	801775.2104m	9968600.8300m	3449.170m	TOPOGRAFICO
264	801781.1928m	9968599.3818m	3452.490m	TOPOGRAFICO
265	801786.6975m	9968597.6503m	3455.891m	TOPOGRAFICO
266	801792.1932m	9968594.9984m	3458.290m	TOPOGRAFICO
267	801797.5650m	9968592.4922m	3461.057m	TOPOGRAFICO
268	801801.4387m	9968591.0863m	3463.461m	TOPOGRAFICO
269	801819.1728m	9968591.4112m	3466.295m	R
270	801820.8411m	9968601.7337m	3466.563m	R
271	801830.0148m	9968602.9425m	3466.755m	R
272	801838.5476m	9968601.0501m	3466.828m	R
273	801839.7158m	9968587.9326m	3466.525m	R
274	801838.6612m	9968575.1509m	3466.742m	R
275	801829.5077m	9968573.8307m	3466.678m	R
276	801819.6519m	9968576.5384m	3466.352m	R
277	801823.7171m	9968601.1206m	3466.670m	R
278	801823.4307m	9968601.0997m	3466.676m	R
279	801823.0087m	9968600.9500m	3466.681m	R
280	801822.6598m	9968600.8080m	3466.675m	R
281	801822.1715m	9968600.4854m	3466.674m	R
282	801821.7455m	9968600.1171m	3466.675m	R
283	801821.3071m	9968599.4913m	3466.657m	R
284	801821.1681m	9968598.8824m	3466.646m	R
285	801821.0686m	9968598.2959m	3466.634m	R
286	801821.0577m	9968597.7612m	3466.635m	R
287	801820.8737m	9968590.9417m	3466.630m	R
288	801820.4994m	9968579.0927m	3466.660m	R
289	801820.5557m	9968578.4973m	3466.640m	R
290	801820.6551m	9968577.9858m	3466.633m	R
291	801820.7913m	9968577.5435m	3466.632m	R
292	801821.1576m	9968576.9128m	3466.663m	R
293	801821.5904m	9968576.5192m	3466.691m	R
294	801822.0955m	9968576.0398m	3466.683m	R
295	801822.6386m	9968575.7971m	3466.697m	R
296	801823.2451m	9968575.6663m	3466.697m	R
297	801823.6494m	9968575.5808m	3466.697m	R
298	801824.2811m	9968575.5442m	3466.690m	R
299	801829.6096m	9968575.4657m	3466.700m	R
300	801834.3102m	9968575.3639m	3466.725m	R
301	801834.8355m	9968575.3836m	3466.737m	R
302	801835.3365m	9968575.4074m	3466.731m	R

303	801835.7917m	9968575.4055m	3466.748m	R
304	801836.1654m	9968575.6390m	3466.727m	R
305	801836.6971m	9968575.9555m	3466.736m	R
306	801837.0724m	9968576.2667m	3466.714m	R
307	801837.2686m	9968576.6706m	3466.696m	R
308	801837.6179m	9968577.3130m	3466.677m	R
309	801837.7830m	9968578.1196m	3466.647m	R
310	801837.9163m	9968578.6465m	3466.656m	R
311	801837.9074m	9968579.2139m	3466.651m	R
312	801838.0479m	9968586.6748m	3466.650m	R
313	801838.2164m	9968596.8241m	3466.708m	R
314	801838.2181m	9968597.4571m	3466.709m	R
315	801838.1207m	9968597.9525m	3466.710m	R
316	801837.9551m	9968598.5632m	3466.710m	R
317	801837.7455m	9968599.0728m	3466.709m	R
318	801837.4313m	9968599.4721m	3466.704m	R
319	801837.0102m	9968599.9912m	3466.706m	R
320	801836.6586m	9968600.3321m	3466.715m	R
321	801836.3353m	9968600.4714m	3466.719m	R
322	801836.0001m	9968600.6794m	3466.713m	R
323	801835.5336m	9968600.8157m	3466.712m	R
324	801835.2232m	9968600.8782m	3466.702m	R
325	801834.6746m	9968600.9838m	3466.706m	R
326	801834.6870m	9968600.9907m	3466.708m	R
327	801833.6305m	9968601.0221m	3466.693m	R
328	801830.0113m	9968601.0711m	3466.687m	R
329	801822.7814m	9968579.5825m	3466.440m	R
330	801822.6778m	9968578.9201m	3466.450m	R
331	801822.9118m	9968578.4113m	3466.450m	R
332	801823.5454m	9968577.8548m	3466.461m	R
333	801822.8040m	9968579.1345m	3464.431m	R
334	801822.7934m	9968578.6841m	3464.439m	R
335	801822.9898m	9968578.3562m	3464.452m	R
336	801822.9926m	9968578.1966m	3464.446m	R
337	801823.8721m	9968577.9914m	3464.440m	R
338	801824.2083m	9968577.8318m	3464.453m	R
339	801856.0333m	9968557.0735m	3465.707m	R
340	801829.0046m	9968577.6582m	3464.438m	R
341	801833.8583m	9968577.4715m	3464.425m	R
342	801834.4533m	9968577.6279m	3464.420m	R
343	801834.8982m	9968577.6695m	3464.414m	R

344	801834.9620m	9968577.6049m	3464.414m	R
345	801835.2346m	9968577.7683m	3464.419m	R
346	801835.3720m	9968577.8884m	3464.421m	R
347	801835.5089m	9968578.0771m	3464.411m	R
348	801835.7308m	9968578.3175m	3464.411m	R
349	801835.6547m	9968578.6836m	3464.385m	R
350	801835.8410m	9968579.0111m	3464.384m	R
351	801835.8080m	9968579.4461m	3464.382m	R
352	801839.1655m	9968582.0608m	3464.458m	R
353	801717.7500m	9968708.4540m	3425.332m	VIA
354	801715.4626m	9968699.8169m	3426.376m	VIA
355	801707.4581m	9968696.3042m	3426.304m	VIA
356	801705.3600m	9968687.4431m	3426.718m	VIA
357	801697.5220m	9968683.4282m	3426.575m	VIA
358	801693.0221m	9968677.1452m	3426.372m	ALP
359	801695.9820m	9968673.8018m	3426.672m	VIA
360	801687.7861m	9968668.9186m	3426.074m	VIA
361	801692.0967m	9968666.2560m	3426.469m	VIA
362	801684.1024m	9968664.2526m	3425.787m	VIA
363	801689.7255m	9968657.3715m	3426.300m	VIA
364	801680.8973m	9968657.7422m	3425.425m	VIA
365	801680.8855m	9968657.7496m	3426.422m	ALC
366	801681.6484m	9968652.9579m	3426.102m	VIA
367	801674.8483m	9968653.6967m	3425.484m	VIA
368	801683.2179m	9968645.5081m	3425.846m	VIA
369	801671.9316m	9968641.8932m	3423.179m	VIA
370	801687.3953m	9968653.5665m	3426.131m	ALC
371	801661.9267m	9968638.7803m	3421.667m	ALC
372	801661.9209m	9968638.7847m	3421.664m	VIA
373	801683.0967m	9968645.5042m	3425.835m	VIA
374	801687.8001m	9968638.2828m	3426.240m	VIA
375	801660.7193m	9968629.3012m	3421.099m	VIA
376	801681.6960m	9968633.7545m	3425.487m	VIA
377	801649.8753m	9968625.1457m	3419.720m	VIA
378	801687.0692m	9968632.5918m	3425.973m	VIA
379	801648.8232m	9968615.4593m	3419.049m	VIA
380	801687.0368m	9968632.6463m	3425.971m	VIA
381	801637.8844m	9968610.7408m	3417.804m	VIA
382	801680.6230m	9968624.7792m	3424.990m	VIA
383	801638.2232m	9968603.1432m	3416.973m	VIA
384	801680.6691m	9968624.8028m	3424.999m	VIA

385	801638.2143m	9968603.1666m	3416.981m	VIA
386	801628.8997m	9968601.9966m	3415.756m	VIA
387	801628.6744m	9968591.6903m	3414.672m	VIA
388	801685.1653m	9968620.6173m	3425.179m	VIA
389	801618.4357m	9968590.8060m	3413.433m	P
391	801618.7537m	9968580.5455m	3412.889m	VIA
392	801678.5703m	9968607.6488m	3424.232m	P
393	801607.9497m	9968576.8778m	3411.945m	VIA
394	801683.3062m	9968606.8617m	3424.292m	VIA
395	801607.9786m	9968576.8745m	3411.939m	VIA
396	801681.8495m	9968600.1823m	3424.195m	VIA
397	801607.1098m	9968567.8643m	3411.712m	VIA
398	801677.3843m	9968600.3027m	3424.083m	VIA
399	801597.4412m	9968565.7212m	3411.390m	VIA
400	801676.4077m	9968592.1335m	3423.854m	VIA
401	801678.8946m	9968592.5612m	3423.996m	ALC
402	801680.3922m	9968585.4870m	3423.871m	ALC
403	801675.1656m	9968584.9130m	3423.863m	ALC
404	801674.1100m	9968577.7044m	3423.808m	ALC
405	801471.5072m	9968561.4348m	3391.599m	ALC
407	801483.5331m	9968567.2805m	3393.390m	ALC
408	801483.4979m	9968567.1762m	3393.422m	ALC
410	801488.7305m	9968559.5977m	3394.715m	ALC
411	801672.7897m	9968567.4092m	3423.870m	P
412	801495.5821m	9968565.3063m	3395.711m	VIA
413	801671.9183m	9968558.9234m	3423.443m	VIA
414	801498.3339m	9968556.7181m	3396.639m	VIA
415	801676.4985m	9968557.4084m	3423.950m	VIA
416	801506.7922m	9968563.2197m	3398.086m	VIA
418	801513.5528m	9968554.8780m	3399.574m	VIA
419	801669.9288m	9968548.2780m	3425.208m	VIA
420	801522.1563m	9968559.9765m	3400.693m	VIA
421	801668.3776m	9968536.6528m	3425.608m	P
423	801672.7749m	9968535.2025m	3425.709m	VIA
424	801536.7174m	9968557.3548m	3402.907m	VIA
426	801535.0935m	9968549.6892m	3403.284m	P
427	801666.5446m	9968526.4954m	3426.241m	VIA
428	801543.6307m	9968555.1624m	3404.037m	VIA
429	801665.8709m	9968520.0453m	3426.489m	VIA
431	801669.4806m	9968513.8450m	3427.063m	VIA
432	801558.0310m	9968553.4370m	3406.212m	VIA

433	801669.0722m	9968507.6493m	3427.307m	VIA
435	801665.7881m	9968507.3161m	3427.151m	VIA
437	801663.2734m	9968499.5339m	3428.100m	VIA
438	801570.3654m	9968543.5691m	3407.849m	VIA
439	801667.7004m	9968498.1901m	3428.029m	VIA
441	801665.3571m	9968489.2903m	3428.100m	VIA
442	801664.8967m	9968480.0134m	3428.090m	VIA
443	801660.7499m	9968479.3491m	3428.090m	VIA
444	801659.4574m	9968472.2898m	3428.000m	VIA
445	801658.6829m	9968463.7156m	3427.705m	VIA
446	801663.3189m	9968466.8526m	3427.856m	VIA
447	801516.9005m	9968594.3083m	3398.560m	STN
448	801515.3091m	9968573.7060m	3398.600m	STN
449	801483.5878m	9968725.9683m	3408.522m	STN
450	801816.4761m	9968612.1449m	3464.200m	ALC
451	801818.1686m	9968613.7334m	3464.201m	ALC
452	801819.1517m	9968612.7277m	3464.199m	ALC
453	801817.4219m	9968611.2051m	3464.188m	ALC
454	801458.4144m	9968772.8302m	3377.859m	VIA
455	801465.3774m	9968784.7526m	3377.156m	VIA
456	801467.8566m	9968788.2179m	3376.835m	VIA
457	801483.4709m	9968808.3027m	3375.840m	VIA
458	801488.5044m	9968816.2399m	3375.467m	VIA
459	801493.9446m	9968822.5786m	3375.009m	VIA
460	801516.1175m	9968846.5942m	3373.399m	VIA
461	801523.7249m	9968855.7452m	3372.780m	VIA
462	801530.1450m	9968862.3381m	3372.174m	VIA
463	801534.5196m	9968891.7166m	3371.787m	VIA
464	801538.1182m	9968899.1196m	3372.144m	VIA
465	801532.7012m	9968908.4253m	3372.286m	VIA
466	801516.6693m	9968919.5268m	3372.343m	VIA
467	801517.0861m	9968925.5631m	3372.595m	VIA
468	801506.5978m	9968933.5133m	3372.543m	VIA
469	801502.0431m	9968930.8321m	3372.406m	VIA
470	801494.3717m	9968941.1243m	3372.416m	VIA
471	801493.0540m	9968936.2719m	3372.365m	VIA
472	801484.3242m	9968941.5278m	3372.364m	VIA
473	801485.1866m	9968946.8802m	3372.430m	VIA
474	801476.9799m	9968956.2964m	3372.237m	VIA
475	801475.7901m	9968951.9445m	3372.232m	VIA
476	801467.4392m	9968956.5783m	3372.187m	VIA

477	801466.2196m	9968961.8777m	3372.201m	VIA
478	801458.7807m	9968965.4795m	3372.080m	VIA
479	801458.4347m	9968961.0172m	3372.014m	VIA
480	801439.5347m	9968978.4112m	3371.984m	VIA
481	801439.3360m	9968978.3676m	3371.964m	VIA
482	801412.4464m	9968999.3195m	3373.548m	STN
483	801445.1149m	9968969.0624m	3371.884m	VIA
484	801447.5890m	9968972.8809m	3371.933m	VIA
485	801434.7511m	9968984.0109m	3371.984m	VIA
486	801431.7426m	9968982.0142m	3371.988m	VIA
487	801432.5310m	9968988.2349m	3371.880m	VIA
488	801427.7608m	9968990.8465m	3371.893m	VIA
489	801426.8224m	9969001.4763m	3371.623m	VIA
490	801432.6651m	9968992.6700m	3371.812m	VIA
491	801431.8256m	9969007.9647m	3371.355m	VIA
492	801434.1759m	9968999.6849m	3371.375m	VIA
493	801438.8078m	9969009.2876m	3371.169m	VIA
494	801439.9749m	9969003.1937m	3370.957m	VIA
495	801502.6785m	9969025.8965m	3367.601m	VIA
496	801465.2658m	9969006.3958m	3369.360m	VIA
497	801452.9717m	9969007.0645m	3370.614m	VIA
498	801511.7590m	9969030.9335m	3369.078m	VIA
499	801506.3861m	9969029.7252m	3368.870m	VIA
500	801559.9270m	9968402.1194m	3413.995m	VIA
501	801564.5113m	9968403.5416m	3414.297m	VIA
502	801561.5576m	9968396.2424m	3414.431m	VIA
503	801566.5985m	9968397.3905m	3414.758m	VIA
504	801563.7064m	9968390.9023m	3414.907m	VIA
505	801568.3284m	9968392.1800m	3415.260m	VIA
506	801564.7656m	9968388.5566m	3415.222m	VIA
507	801570.0286m	9968386.6175m	3415.483m	VIA
508	801566.3339m	9968386.0216m	3415.417m	VIA
509	801571.4016m	9968384.3774m	3415.403m	VIA
510	801569.3453m	9968382.2834m	3415.388m	VIA
511	801595.3754m	9968563.3230m	3411.308m	VIA
513	801590.9399m	9968557.1025m	3410.892m	VIA
514	801588.4932m	9968533.8386m	3410.468m	VIA
515	801587.6079m	9968552.6195m	3410.169m	VIA
516	801587.8956m	9968528.6066m	3410.686m	VIA
517	801584.1117m	9968549.8286m	3409.415m	VIA
518	801587.8353m	9968522.9172m	3411.106m	VIA

519	801581.0610m	9968538.1908m	3409.287m	VIA
520	801587.4891m	9968518.5069m	3411.459m	VIA
521	801580.9912m	9968534.7915m	3409.803m	VIA
522	801587.1823m	9968514.7794m	3411.741m	VIA
523	801578.0089m	9968529.1590m	3410.134m	VIA
524	801587.2047m	9968510.8218m	3411.971m	VIA
525	801576.6998m	9968523.7805m	3410.005m	VIA
526	801582.2759m	9968529.0655m	3410.265m	VIA
527	801580.1477m	9968523.7574m	3410.090m	VIA
528	801582.6978m	9968526.5830m	3410.432m	VIA
529	801581.4124m	9968517.7593m	3409.776m	VIA
531	801577.3346m	9968517.5759m	3410.690m	VIA
532	801583.5512m	9968515.0814m	3411.585m	VIA
533	801577.3161m	9968510.4728m	3411.072m	VIA
534	801584.1592m	9968509.8943m	3411.901m	VIA
536	801584.2788m	9968503.9071m	3412.600m	VIA
537	801587.6572m	9968505.7028m	3412.227m	VIA
538	801584.1051m	9968498.0942m	3412.681m	VIA
539	801587.8706m	9968497.8913m	3412.583m	VIA
540	801583.7080m	9968492.5902m	3412.743m	VIA
541	801587.3513m	9968490.3960m	3412.900m	VIA
543	801587.6893m	9968486.4752m	3413.126m	VIA
544	801582.2211m	9968479.8216m	3413.139m	VIA
545	801586.2300m	9968479.5205m	3413.208m	VIA
546	801581.5743m	9968474.4622m	3413.171m	VIA
547	801585.4654m	9968472.6019m	3413.340m	VIA
549	801584.5991m	9968465.6404m	3413.540m	VIA
550	801580.9356m	9968468.2893m	3413.391m	VIA
551	801580.3764m	9968455.5586m	3413.468m	VIA
553	801575.5318m	9968448.7482m	3413.208m	VIA
557	801565.3456m	9968434.7218m	3413.167m	VIA
558	801565.3489m	9968442.3261m	3413.235m	VIA
560	801561.6214m	9968434.8633m	3413.151m	VIA
561	801561.1676m	9968417.8065m	3413.543m	VIA
563	801562.4490m	9968409.4109m	3413.873m	VIA
564	801557.1306m	9968420.1219m	3413.325m	VIA
565	801558.6372m	9968408.8142m	3413.632m	VIA
566	801571.2132m	9968384.4957m	3415.377m	VIA
569	801579.2911m	9968372.3604m	3416.241m	VIA
571	801586.3964m	9968357.7867m	3416.128m	VIA
572	801583.3641m	9968351.4458m	3416.361m	VIA

573	801583.3754m	9968359.8457m	3415.866m	VIA
574	801577.2502m	9968346.0779m	3416.368m	VIA
575	801580.9980m	9968353.9734m	3416.079m	VIA
576	801570.6048m	9968343.3891m	3416.554m	VIA
577	801575.6488m	9968348.6568m	3416.056m	VIA
578	801561.4593m	9968343.6905m	3416.473m	VIA
579	801569.5708m	9968346.8642m	3416.196m	VIA
580	801554.9958m	9968344.2211m	3416.542m	VIA
581	801563.0410m	9968347.2370m	3416.432m	VIA
582	801547.4688m	9968344.3694m	3416.651m	VIA
583	801555.7353m	9968347.9184m	3416.444m	VIA
584	801539.8012m	9968344.9541m	3416.720m	VIA
585	801548.3125m	9968348.7382m	3416.456m	VIA
586	801531.7935m	9968344.8030m	3416.916m	VIA
587	801541.0570m	9968348.8308m	3416.502m	VIA
588	801524.3183m	9968339.9430m	3417.691m	VIA
589	801533.3688m	9968348.7909m	3416.781m	VIA
590	801526.0702m	9968346.3329m	3417.202m	VIA
591	801520.7330m	9968341.3538m	3417.577m	VIA
592	801517.0328m	9968327.3376m	3418.253m	VIA
593	801515.8088m	9968333.9769m	3418.029m	VIA
594	801513.9008m	9968328.3426m	3418.147m	VIA
595	801516.2520m	9968317.9640m	3419.086m	VIA
597	801516.3025m	9968311.1261m	3419.395m	VIA
599	801429.6356m	9968649.2128m	3384.111m	VIA
600	801430.0532m	9968630.0821m	3385.043m	VIA
601	801430.0272m	9968630.0750m	3385.057m	VIA
602	801435.3977m	9968635.0781m	3385.016m	VIA
603	801439.1189m	9968627.7664m	3385.319m	VIA
604	801434.0601m	9968622.6893m	3385.358m	VIA
605	801443.4296m	9968620.3448m	3385.832m	VIA
606	801438.5727m	9968613.5290m	3386.035m	VIA
607	801447.6254m	9968612.2324m	3386.455m	VIA
608	801444.1011m	9968603.4955m	3386.839m	VIA
609	801451.4346m	9968603.8090m	3387.139m	VIA
610	801447.9737m	9968595.9635m	3387.532m	VIA
611	801454.6456m	9968596.1242m	3387.814m	VIA
612	801449.0134m	9968588.8616m	3388.216m	VIA
613	801457.9622m	9968588.5983m	3388.610m	VIA
614	801451.4808m	9968582.8310m	3388.891m	VIA
615	801460.7833m	9968580.8621m	3389.586m	VIA

616	801454.9355m	9968575.9533m	3389.706m	VIA
617	801465.0396m	9968575.0501m	3390.589m	VIA
618	801457.8094m	9968570.8428m	3390.283m	VIA
620	801461.5773m	9968564.0765m	3390.970m	VIA
621	801470.8778m	9968560.6372m	3391.421m	VIA
622	801463.9989m	9968558.5991m	3391.061m	VIA
623	801473.0494m	9968551.3837m	3391.020m	VIA
624	801467.3606m	9968548.5353m	3390.682m	VIA
625	801475.9699m	9968542.9355m	3390.573m	VIA
626	801470.8384m	9968540.8855m	3390.234m	VIA
627	801478.6582m	9968535.5991m	3390.064m	VIA
628	801474.4512m	9968532.5330m	3389.903m	VIA
629	801481.3587m	9968528.9863m	3389.626m	VIA
630	801477.4572m	9968526.6587m	3389.556m	VIA
631	801421.0407m	9968460.3167m	3384.452m	VIA
632	801421.1429m	9968460.1400m	3384.418m	VIA
636	801429.8940m	9969420.8340m	3212.011m	VIA
639	801418.5107m	9968458.9474m	3384.268m	VIA
641	801402.6812m	9968450.7171m	3383.814m	VIA
642	801405.9624m	9968446.4735m	3383.894m	VIA
643	801396.9427m	9968443.0102m	3383.653m	VIA
644	801394.1459m	9968447.2994m	3383.545m	VIA
645	801388.0446m	9968444.1968m	3383.451m	VIA
646	801390.1717m	9968440.0249m	3383.490m	VIA
647	801382.9738m	9968440.5745m	3383.069m	VIA
648	801384.0363m	9968435.3823m	3382.803m	VIA
649	801378.3793m	9968435.0599m	3382.610m	VIA
650	801381.5873m	9968429.8034m	3381.981m	VIA
651	801376.7150m	9968424.4568m	3382.015m	VIA
652	801382.7347m	9968422.6848m	3381.607m	VIA
653	801378.7023m	9968419.2026m	3381.650m	VIA
654	801384.9681m	9968418.0061m	3381.285m	VIA
655	801383.0673m	9968411.2860m	3381.097m	VIA
656	801388.2354m	9968412.2678m	3380.985m	VIA
657	801391.7450m	9968408.2900m	3380.766m	VIA
658	801385.7466m	9968407.3827m	3380.837m	VIA
659	801391.2531m	9968394.7812m	3380.172m	VIA
660	801397.4133m	9968392.5975m	3380.162m	VIA
661	801392.5364m	9968389.1046m	3380.001m	VIA
662	801399.5790m	9968384.9177m	3380.155m	VIA
663	801392.4787m	9968381.1833m	3379.858m	VIA

664	801397.9801m	9968376.4619m	3380.089m	VIA
666	801395.5667m	9968370.6335m	3379.970m	VIA
667	801384.0444m	9968360.5200m	3379.675m	VIA
668	801389.2674m	9968355.7334m	3379.900m	VIA
669	801381.6779m	9968355.1708m	3379.685m	VIA
670	801384.8968m	9968348.2350m	3379.732m	VIA
671	801380.2314m	9968351.5017m	3379.718m	VIA
672	801383.1805m	9968345.2150m	3379.716m	VIA
674	801380.3116m	9968339.4882m	3379.853m	VIA
675	801373.5908m	9968339.9754m	3379.770m	VIA
676	801377.6722m	9968334.0785m	3379.840m	VIA
677	801494.9961m	9969039.1325m	3368.941m	VIA
678	801483.9204m	9969052.8041m	3368.854m	VIA
679	801489.1282m	9969055.4279m	3368.548m	VIA
680	801484.2104m	9969061.7189m	3368.636m	VIA
681	801493.2250m	9969062.7949m	3368.472m	VIA
682	801501.4876m	9969070.8927m	3368.514m	VIA
683	801497.3315m	9969074.4374m	3368.436m	VIA
684	801503.3876m	9969081.8328m	3368.367m	VIA
685	801427.3891m	9968992.9141m	3371.901m	VIA
686	801433.0508m	9968988.6894m	3371.904m	VIA
687	801428.0555m	9969000.6610m	3371.585m	VIA
688	801432.9440m	9968996.9019m	3371.620m	VIA
689	801433.2744m	9969006.4303m	3371.381m	VIA
690	801441.6118m	9969008.4004m	3371.040m	VIA
691	801445.7122m	9968969.1091m	3371.892m	VIA
692	801445.9380m	9968974.3124m	3371.912m	VIA
693	801440.0844m	9968979.9078m	3371.941m	VIA
694	801434.4558m	9968978.0342m	3371.994m	VIA
695	801433.7979m	9968985.9661m	3371.941m	VIA
696	801429.2086m	9968987.2046m	3371.944m	VIA
697	801428.0312m	9968995.7542m	3371.741m	VIA
698	801433.0438m	9968988.5629m	3371.892m	VIA
699	801432.6642m	9968995.8430m	3371.682m	VIA
700	801430.8308m	9969004.1893m	3371.487m	VIA
701	801438.8634m	9969003.2743m	3371.025m	VIA
702	801428.9771m	9969006.2425m	3371.481m	STN
703	801440.9404m	9969004.0481m	3370.963m	VIA
704	801442.2153m	9969008.4649m	3371.008m	VIA
705	801450.5865m	9969002.9657m	3370.627m	VIA
706	801451.7746m	9969007.0347m	3370.626m	VIA

707	801460.7138m	9969000.9595m	3370.434m	VIA
708	801461.4092m	9969004.9957m	3370.277m	VIA
709	801471.9305m	9968999.7818m	3370.097m	VIA
710	801472.3398m	9969003.3812m	3370.011m	VIA
711	801483.9909m	9968999.0746m	3369.816m	VIA
712	801485.6568m	9969003.1234m	3369.620m	VIA
713	801498.2231m	9968999.3246m	3369.409m	VIA
714	801498.5351m	9969003.5139m	3369.231m	VIA
715	801507.8952m	9969002.4769m	3369.292m	VIA
716	801509.7468m	9969002.9376m	3369.196m	STN
717	801494.5691m	9969003.5320m	3369.263m	VIA
718	801502.1549m	9969006.0571m	3369.006m	VIA
719	801508.7360m	9969010.4932m	3368.960m	VIA
720	801515.7228m	9969010.9971m	3369.128m	VIA
721	801511.5527m	9969020.0180m	3368.891m	VIA
722	801517.1034m	9969018.7000m	3369.067m	VIA
723	801514.7931m	9969026.8682m	3369.061m	VIA
724	801510.3903m	9969032.7601m	3369.015m	VIA
725	801509.8463m	9969033.1473m	3369.002m	STN
726	801510.3766m	9969009.4852m	3368.837m	VIA
727	801514.9359m	9969009.0748m	3369.123m	VIA
728	801512.3810m	9969017.6110m	3368.776m	VIA
729	801517.1357m	9969016.5846m	3369.056m	VIA
730	801507.5343m	9969027.3503m	3368.816m	VIA
731	801499.9672m	9969035.1739m	3368.868m	VIA
732	801502.4721m	9969039.6690m	3368.865m	VIA
733	801493.1954m	9969040.1603m	3368.900m	VIA
734	801495.9168m	9969044.5448m	3368.735m	VIA
735	801487.3546m	9969046.2906m	3368.841m	VIA
736	801490.1974m	9969050.8940m	3368.576m	VIA
737	801486.5268m	9969065.5449m	3368.529m	VIA
738	801481.3987m	9969059.5932m	3368.791m	STN
739	801489.2324m	9969053.3397m	3368.487m	VIA
740	801491.4784m	9969062.4858m	3368.446m	VIA
741	801492.7239m	9969071.5798m	3368.468m	VIA
742	801497.7368m	9969067.7399m	3368.428m	VIA
743	801499.7651m	9969078.4892m	3368.299m	VIA
744	801503.5645m	9969072.9288m	3368.475m	VIA
745	801503.0167m	9969083.5732m	3368.228m	VIA
746	801507.6023m	9969079.7211m	3368.461m	VIA
747	801516.4766m	9969094.1124m	3368.226m	STN

748	801502.1416m	9969082.4062m	3368.282m	VIA
749	801516.6759m	9969098.4420m	3368.100m	VIA
750	801510.8137m	9969093.2664m	3368.146m	VIA
751	801514.1825m	9969105.8517m	3367.922m	VIA
752	801509.8194m	9969101.2016m	3367.822m	VIA
753	801510.3105m	9969114.1582m	3367.820m	VIA
754	801506.2088m	9969110.1012m	3367.539m	VIA
755	801505.1175m	9969121.4313m	3367.658m	VIA
756	801500.9267m	9969119.2034m	3367.301m	VIA
757	801497.6160m	9969130.3466m	3367.100m	VIA
759	801491.1469m	9969140.3901m	3366.361m	VIA
760	801487.8915m	9969138.4780m	3366.299m	VIA
761	801488.0751m	9969149.0730m	3366.036m	VIA
762	801484.2120m	9969148.1934m	3365.821m	VIA
763	801482.4732m	9969160.1356m	3365.522m	STN
764	801489.2037m	9969147.8777m	3365.944m	VIA
765	801487.4497m	9969156.7561m	3365.784m	VIA
766	801482.7912m	9969168.2581m	3365.290m	VIA
767	801487.6874m	9969168.4682m	3365.380m	VIA
768	801484.6151m	9969177.0466m	3365.290m	VIA
769	801490.8605m	9969175.1534m	3365.300m	VIA
770	801490.3676m	9969183.5399m	3364.301m	VIA
771	801494.5847m	9969180.4815m	3363.877m	VIA
772	801498.7729m	9969186.3220m	3363.815m	STN
773	801499.9796m	9969182.1638m	3363.582m	VIA
774	801509.0760m	9969185.3794m	3363.355m	VIA
775	801508.2542m	9969181.2579m	3363.424m	VIA
776	801519.0426m	9969183.1059m	3363.006m	VIA
777	801517.4918m	9969179.2233m	3363.066m	VIA
778	801528.2391m	9969180.2772m	3362.772m	VIA
779	801526.5030m	9969176.4044m	3362.808m	VIA
780	801536.7137m	9969177.5082m	3362.557m	VIA
781	801535.1594m	9969173.7668m	3362.696m	VIA
782	801545.6517m	9969175.1969m	3362.239m	VIA
783	801543.7515m	9969171.3999m	3362.453m	VIA
784	801554.2436m	9969173.8917m	3361.880m	VIA
785	801553.5042m	9969168.8931m	3362.212m	VIA
786	801563.6672m	9969175.2222m	3361.476m	VIA
787	801563.0154m	9969168.7623m	3361.924m	VIA
788	801570.4886m	9969170.6757m	3361.744m	VIA
789	801571.2148m	9969171.0657m	3361.741m	STN

790	801577.6584m	9969176.5091m	3361.675m	VIA
791	801564.2924m	9969175.5511m	3361.443m	VIA
792	801583.1349m	9969184.1652m	3361.673m	VIA
793	801571.9750m	9969180.3293m	3361.250m	VIA
794	801584.8352m	9969191.4643m	3361.559m	VIA
795	801577.7683m	9969187.3338m	3361.167m	VIA
796	801582.9463m	9969197.7117m	3361.351m	VIA
797	801579.3922m	9969196.1742m	3361.071m	VIA
798	801578.1406m	9969198.2984m	3361.053m	STN
799	801581.1601m	9969200.9737m	3361.271m	VIA
800	801571.0130m	9969200.7890m	3360.437m	VIA
801	801574.4506m	9969205.1286m	3360.722m	VIA
802	801563.9991m	9969205.7250m	3359.797m	VIA
803	801567.1019m	9969209.4908m	3360.112m	VIA
804	801556.7516m	9969210.3566m	3359.148m	VIA
805	801559.5955m	9969214.6371m	3359.483m	VIA
806	801549.5796m	9969214.9631m	3358.670m	VIA
807	801552.5391m	9969219.0258m	3359.018m	VIA
808	801541.8094m	9969219.9761m	3358.356m	VIA
809	801544.8917m	9969224.4104m	3358.648m	VIA
810	801534.9000m	9969225.2793m	3358.054m	VIA
811	801537.8721m	9969229.3264m	3358.359m	VIA
812	801527.3476m	9969231.1622m	3357.854m	VIA
813	801530.2760m	9969234.9195m	3358.099m	VIA
814	801519.8339m	9969236.8141m	3357.520m	VIA
815	801523.0171m	9969240.6204m	3357.817m	VIA
816	801512.9786m	9969242.7601m	3357.114m	VIA
817	801516.2928m	9969246.0063m	3357.155m	VIA
818	801507.8820m	9969249.9233m	3356.611m	VIA
819	801512.0574m	9969251.1310m	3356.642m	VIA
820	801505.7880m	9969255.7261m	3356.098m	VIA
821	801505.1316m	9969256.1935m	3356.036m	STN
822	801513.7201m	9969250.6049m	3356.605m	VIA
823	801514.3137m	9969258.2160m	3355.765m	VIA
824	801508.5757m	9969260.1128m	3356.015m	VIA
825	801501.5404m	9969255.6774m	3355.800m	VIA
1032	801523.0000m	9968616.0000m	3400.000m	Lote 1
1033	801635.0000m	9968664.0000m	3423.000m	Lote 2
1034	801692.0000m	9968672.0000m	3428.000m	Lote 3
1035	801950.0000m	9968716.0000m	3462.000m	Lote 4
1036	801828.0000m	9968608.0000m	3463.000m	Lote 5

1037	801725.0000m	9968521.0000m	3435.850m	Lote 6
1038	801713.0000m	9968479.0000m	3436.500m	Lote 7
1040	801660.0000m	9968452.0000m	3427.000m	Lote 8
1041	801673.0000m	9968534.0000m	3425.750m	Lote 9
1042	801740.0000m	9968596.0000m	3437.400m	Lote 10
1043	801662.0000m	9968629.0000m	3421.000m	Lote 11
1047	801510.0000m	9968296.0000m	3420.000m	Lote 15
1048	801530.0000m	9968189.0000m	3425.000m	Lote 16
1049	801542.0000m	9968143.0000m	3427.150m	Lote 17
1050	801535.0000m	9968177.0000m	3426.000m	Lote 18
1051	801491.0000m	9968166.0000m	3423.000m	Lote 19
1052	801560.0000m	9968407.0000m	3413.620m	Lote 20
1053	801799.0000m	9968585.0000m	3461.000m	Lote 21
1054	801945.0000m	9968711.0000m	3464.000m	Lote 22
1055	801652.0000m	9968436.0000m	3427.000m	Lote 23
1056	801692.0000m	9968432.0000m	3433.900m	Lote 24
1057	801675.0000m	9968553.0000m	3423.800m	Lote 25
1058	801708.0000m	9968468.0000m	3436.500m	Lote 26
1153	801424.0000m	9968565.0000m	3384.000m	Lote 27
1154	801426.0000m	9968560.0000m	3385.000m	Lote 28
1155	801377.0000m	9968569.0000m	3385.000m	Lote 29
1156	801374.0000m	9968574.0000m	3385.000m	Lote 30
1157	801370.0000m	9968636.0000m	3376.000m	Lote 31
1158	801430.0000m	9968666.0000m	3384.000m	Lote 32
1159	801433.0000m	9968698.0000m	3382.000m	Lote 33
1161	801445.0000m	9968708.0000m	3382.000m	Lote 35
1162	801447.0000m	9968742.0000m	3381.000m	Lote 36
1163	801471.0000m	9968794.0000m	3376.700m	Lote 37
1164	801528.0000m	9968854.0000m	3372.800m	Lote 38
1165	801483.0000m	9968809.0000m	3375.800m	Lote 39
1166	801537.0000m	9968898.0000m	3372.140m	Lote 40
1167	801534.0000m	9968904.0000m	3372.290m	Lote 41
1168	801483.0000m	9968955.0000m	3372.250m	Lote 42
1169	801436.0000m	9969014.0000m	3375.000m	Lote 43
1170	801506.0000m	9969008.0000m	3373.000m	Lote 44
1171	801504.0000m	9969039.0000m	3368.900m	Lote 45
1172	801491.0000m	9969067.0000m	3368.700m	Lote 46
1173	801506.0000m	9969113.0000m	3367.800m	Lote 47
1174	801487.0000m	9969161.0000m	3365.500m	Lote 48
1175	801490.0000m	9969173.0000m	3365.300m	Lote 49
1176	801489.0000m	9969157.0000m	3365.700m	Lote 50

1177	801477.0000m	9968533.0000m	3390.050m	Lote 51
1178	801469.0000m	9968560.0000m	3391.500m	Lote 52
1179	801456.0000m	9968493.0000m	3386.000m	Lote 53
1180	801429.0000m	9968463.0000m	3384.600m	Lote 54
1181	801435.0000m	9968465.0000m	3384.700m	Lote 55
1182	801418.0000m	9968456.0000m	3384.000m	Lote 56
1183	801404.0000m	9968393.0000m	3380.100m	Lote 57
1184	801403.0000m	9968378.0000m	3379.900m	Lote 58
1185	801399.0000m	9968358.0000m	3379.700m	Lote 59
1186	801360.0000m	9968268.0000m	3387.000m	Lote 60
1188	801306.0000m	9968174.0000m	3388.000m	Lote 61
1189	801303.0000m	9968175.0000m	3386.000m	Lote 62
1190	801352.0000m	9968128.0000m	3391.500m	Lote 63
1191	801360.0000m	9968116.0000m	3391.500m	Lote 64
1192	801359.0000m	9968088.0000m	3389.500m	Lote 65
1193	801300.0000m	9968054.0000m	3388.100m	Lote 66
1194	801319.0000m	9967972.0000m	3387.920m	Lote 67
1195	801320.0000m	9967899.0000m	3388.800m	Lote 68
1196	801299.0000m	9967895.0000m	3391.000m	Lote 69
1197	801248.0000m	9967874.0000m	3388.500m	Lote 70
1198	801259.0000m	9967882.0000m	3389.500m	Lote 71
1200	801153.0000m	9967853.0000m	3380.000m	Lote 72
1201	801557.0000m	9968126.0000m	3427.000m	Lote 73
1204	801532.0000m	9968185.0000m	3425.000m	Lote 74
2000	801415.0000m	9969283.0000m	3345.000m	GPS
2001	801423.0000m	9969282.0000m	3345.000m	GPS
2002	801434.0000m	9969282.0000m	3346.000m	GPS
2003	801444.0000m	9969281.0000m	3347.000m	GPS
2004	801453.0000m	9969275.0000m	3348.000m	GPS
2005	801461.0000m	9969271.0000m	3349.000m	GPS
2006	801473.0000m	9969268.0000m	3351.000m	GPS
2007	801484.0000m	9969265.0000m	3352.000m	GPS
2008	801496.0000m	9969263.0000m	3353.000m	GPS
2009	801507.0000m	9969259.0000m	3355.000m	GPS
2010	801519.0000m	9969254.0000m	3356.000m	GPS
2011	801526.0000m	9969241.0000m	3357.000m	GPS
2012	801535.0000m	9969232.0000m	3357.000m	GPS
2013	801537.0000m	9969229.0000m	3357.000m	GPS
2014	801545.0000m	9969223.0000m	3358.000m	GPS
2015	801557.0000m	9969215.0000m	3358.000m	GPS
2016	801568.0000m	9969205.0000m	3359.000m	GPS

2017	801581.0000m	9969196.0000m	3360.000m	GPS
2018	801591.0000m	9969185.0000m	3361.000m	GPS
2019	801582.0000m	9969175.0000m	3361.000m	GPS
2020	801565.0000m	9969172.0000m	3362.000m	GPS
2021	801550.0000m	9969175.0000m	3362.000m	GPS
2022	801532.0000m	9969183.0000m	3362.000m	GPS
2023	801516.0000m	9969189.0000m	3362.000m	GPS
2024	801509.0000m	9969190.0000m	3363.000m	GPS
2025	801504.0000m	9969188.0000m	3363.000m	GPS
2026	801492.0000m	9969175.0000m	3365.320m	GPS
2027	801492.0000m	9969174.0000m	3365.320m	GPS
2028	801492.0000m	9969154.0000m	3365.500m	GPS
2029	801495.0000m	9969136.0000m	3366.000m	GPS
2030	801503.0000m	9969126.0000m	3367.500m	GPS
2031	801507.0000m	9969119.0000m	3367.700m	GPS
2032	801514.0000m	9969100.0000m	3368.000m	GPS
2033	801516.0000m	9969083.0000m	3368.000m	GPS
2034	801514.0000m	9969079.0000m	3368.000m	GPS
2035	801503.0000m	9969065.0000m	3368.000m	GPS
2036	801498.0000m	9969060.0000m	3368.000m	GPS
2037	801500.0000m	9969044.0000m	3369.000m	GPS
2038	801516.0000m	9969026.0000m	3369.000m	GPS
2039	801520.0000m	9969012.0000m	3368.880m	GPS
2040	801507.0000m	9969005.0000m	3369.000m	GPS
2041	801491.0000m	9969006.0000m	3369.000m	GPS
2042	801475.0000m	9969008.0000m	3369.000m	GPS
2043	801473.0000m	9969008.0000m	3369.000m	GPS
2044	801463.0000m	9969011.0000m	3370.000m	GPS
2045	801443.0000m	9969011.0000m	3371.000m	GPS
2046	801436.0000m	9969008.0000m	3371.000m	GPS
2047	801433.0000m	9969001.0000m	3371.480m	GPS
2048	801436.0000m	9968987.0000m	3371.970m	GPS
2049	801443.0000m	9968980.0000m	3371.980m	GPS
2050	801457.0000m	9968969.0000m	3371.880m	GPS
2051	801471.0000m	9968960.0000m	3372.000m	GPS
2052	801483.0000m	9968953.0000m	3372.200m	GPS
2053	801495.0000m	9968946.0000m	3372.000m	GPS
2054	801510.0000m	9968935.0000m	3372.000m	GPS
2055	801523.0000m	9968922.0000m	3372.500m	GPS
2056	801525.0000m	9968920.0000m	3372.400m	GPS
2057	801527.0000m	9968917.0000m	3372.300m	GPS

2058	801539.0000m	9968900.0000m	3372.200m	GPS
2059	801543.0000m	9968884.0000m	3371.780m	GPS
2060	801544.0000m	9968876.0000m	3371.780m	GPS
2061	801534.0000m	9968857.0000m	3372.000m	GPS
2062	801524.0000m	9968849.0000m	3373.000m	GPS
2063	801515.0000m	9968839.0000m	3373.000m	GPS
2064	801511.0000m	9968836.0000m	3374.000m	GPS
2065	801501.0000m	9968827.0000m	3374.000m	GPS
2066	801493.0000m	9968820.0000m	3375.000m	GPS
2067	801491.0000m	9968817.0000m	3375.000m	GPS
2068	801480.0000m	9968804.0000m	3375.850m	GPS
2069	801473.0000m	9968791.0000m	3376.700m	GPS
2070	801465.0000m	9968780.0000m	3377.000m	GPS
2071	801459.0000m	9968765.0000m	3378.000m	GPS
2072	801455.0000m	9968751.0000m	3378.000m	GPS
2073	801455.0000m	9968749.0000m	3378.000m	GPS
2074	801452.0000m	9968735.0000m	3379.000m	GPS
2075	801449.0000m	9968721.0000m	3380.000m	GPS
2076	801446.0000m	9968704.0000m	3381.000m	GPS
2077	801442.0000m	9968694.0000m	3381.000m	GPS
2078	801436.0000m	9968681.0000m	3382.000m	GPS
2079	801433.0000m	9968667.0000m	3382.000m	GPS
2080	801434.0000m	9968652.0000m	3384.000m	GPS
2081	801441.0000m	9968638.0000m	3384.000m	GPS
2082	801442.0000m	9968633.0000m	3384.000m	GPS
2083	801451.0000m	9968614.0000m	3385.000m	GPS
2084	801456.0000m	9968601.0000m	3386.000m	GPS
2085	801460.0000m	9968588.0000m	3387.000m	GPS
2086	801465.0000m	9968579.0000m	3389.000m	GPS
2087	801467.0000m	9968575.0000m	3389.000m	GPS
2089	801472.0000m	9968554.0000m	3391.050m	GPS
2090	801478.0000m	9968536.0000m	3390.150m	GPS
2091	801485.0000m	9968520.0000m	3389.520m	GPS
2092	801486.0000m	9968502.0000m	3387.000m	GPS
2093	801481.0000m	9968499.0000m	3387.000m	GPS
2094	801464.0000m	9968497.0000m	3386.000m	GPS
2095	801447.0000m	9968484.0000m	3385.000m	GPS
2096	801443.0000m	9968479.0000m	3385.000m	GPS
2097	801437.0000m	9968468.0000m	3384.700m	GPS
2098	801424.0000m	9968456.0000m	3384.400m	GPS
2099	801408.0000m	9968447.0000m	3383.850m	GPS

2100	801391.0000m	9968437.0000m	3383.400m	GPS
2101	801386.0000m	9968420.0000m	3381.600m	GPS
2102	801395.0000m	9968404.0000m	3380.850m	GPS
2103	801401.0000m	9968394.0000m	3380.000m	GPS
2104	801405.0000m	9968378.0000m	3380.000m	GPS
2105	801403.0000m	9968372.0000m	3380.000m	GPS
2106	801396.0000m	9968352.0000m	3380.000m	GPS
2107	801395.0000m	9968351.0000m	3379.700m	GPS
2108	801390.0000m	9968341.0000m	3379.780m	GPS
2109	801380.0000m	9968324.0000m	3379.850m	GPS
2110	801369.0000m	9968315.0000m	3380.000m	GPS
2111	801361.0000m	9968306.0000m	3380.400m	GPS
2112	801355.0000m	9968297.0000m	3382.000m	GPS
2113	801351.0000m	9968284.0000m	3382.000m	GPS
2114	801351.0000m	9968282.0000m	3382.000m	GPS
2115	801348.0000m	9968264.0000m	3382.500m	GPS
2116	801345.0000m	9968249.0000m	3383.000m	GPS
2117	801341.0000m	9968235.0000m	3384.000m	GPS
2118	801334.0000m	9968224.0000m	3384.000m	GPS
2119	801323.0000m	9968213.0000m	3384.000m	GPS
2120	801314.0000m	9968202.0000m	3384.000m	GPS
2121	801305.0000m	9968191.0000m	3385.000m	GPS
2122	801301.0000m	9968178.0000m	3386.000m	GPS
2123	801308.0000m	9968166.0000m	3388.000m	GPS
2124	801316.0000m	9968155.0000m	3389.000m	GPS
2125	801325.0000m	9968148.0000m	3390.000m	GPS
2126	801334.0000m	9968140.0000m	3391.000m	GPS
2127	801344.0000m	9968132.0000m	3392.000m	GPS
2128	801355.0000m	9968122.0000m	3391.500m	GPS
2129	801363.0000m	9968110.0000m	3391.000m	GPS
2130	801368.0000m	9968098.0000m	3390.000m	GPS
2131	801361.0000m	9968084.0000m	3389.000m	GPS
2132	801358.0000m	9968083.0000m	3388.000m	GPS
2133	801342.0000m	9968079.0000m	3388.000m	GPS
2134	801324.0000m	9968072.0000m	3388.000m	GPS
2135	801307.0000m	9968063.0000m	3388.000m	GPS
2136	801295.0000m	9968047.0000m	3388.000m	GPS
2137	801295.0000m	9968029.0000m	3389.450m	GPS
2138	801298.0000m	9968014.0000m	3389.150m	GPS
2139	801305.0000m	9967996.0000m	3388.350m	GPS
2140	801313.0000m	9967982.0000m	3388.050m	GPS

2141	801324.0000m	9967965.0000m	3387.910m	GPS
2142	801336.0000m	9967956.0000m	3387.750m	GPS
2143	801350.0000m	9967947.0000m	3387.740m	GPS
2144	801363.0000m	9967935.0000m	3387.750m	GPS
2145	801363.0000m	9967919.0000m	3387.550m	GPS
2146	801358.0000m	9967919.0000m	3387.500m	GPS
2148	801356.0000m	9967919.0000m	3387.500m	GPS
2149	801343.0000m	9967912.0000m	3388.600m	GPS
2150	801330.0000m	9967904.0000m	3388.800m	GPS
2151	801320.0000m	9967896.0000m	3389.000m	GPS
2152	801314.0000m	9967894.0000m	3389.000m	GPS
2153	801302.0000m	9967893.0000m	3389.000m	GPS
2154	801302.0000m	9967893.0000m	3389.000m	GPS
2155	801294.0000m	9967892.0000m	3389.000m	GPS
2156	801276.0000m	9967886.0000m	3389.000m	GPS
2157	801262.0000m	9967880.0000m	3389.200m	GPS
2159	801252.0000m	9967875.0000m	3388.600m	GPS
2162	801246.0000m	9967871.0000m	3388.500m	GPS
2163	801234.0000m	9967865.0000m	3387.850m	GPS
2164	801220.0000m	9967860.0000m	3386.000m	GPS
2165	801205.0000m	9967853.0000m	3384.000m	GPS
2166	801193.0000m	9967848.0000m	3383.000m	GPS
2167	801176.0000m	9967845.0000m	3381.000m	GPS
2168	801159.0000m	9967845.0000m	3379.300m	GPS
2169	801152.0000m	9967843.0000m	3379.400m	GPS
2170	801163.0000m	9967843.0000m	3379.300m	GPS
2171	801176.0000m	9967844.0000m	3381.000m	GPS
2172	801180.0000m	9967844.0000m	3381.000m	GPS
2173	801195.0000m	9967846.0000m	3383.000m	GPS
2174	801205.0000m	9967850.0000m	3384.000m	GPS
2175	801215.0000m	9967854.0000m	3385.000m	GPS
2176	801228.0000m	9967860.0000m	3386.000m	GPS
2177	801242.0000m	9967867.0000m	3388.200m	GPS
2178	801255.0000m	9967874.0000m	3389.000m	GPS
2179	801270.0000m	9967880.0000m	3389.000m	GPS
2180	801272.0000m	9967881.0000m	3389.000m	GPS
2181	801288.0000m	9967887.0000m	3390.000m	GPS
2182	801304.0000m	9967891.0000m	3390.000m	GPS
2183	801318.0000m	9967892.0000m	3389.000m	GPS
2184	801324.0000m	9967893.0000m	3389.000m	GPS
2185	801328.0000m	9967894.0000m	3389.000m	GPS

2186	801339.0000m	9967897.0000m	3389.000m	GPS
2187	801348.0000m	9967902.0000m	3392.000m	GPS
2188	801360.0000m	9967906.0000m	3392.000m	GPS
2189	801365.0000m	9967909.0000m	3393.000m	GPS
2190	801369.0000m	9967910.0000m	3393.000m	GPS
2191	801375.0000m	9967909.0000m	3393.000m	GPS
2192	801382.0000m	9967909.0000m	3393.000m	GPS
2193	801390.0000m	9967911.0000m	3394.000m	GPS
2194	801403.0000m	9967914.0000m	3396.000m	GPS
2195	801413.0000m	9967914.0000m	3398.000m	GPS
2196	801426.0000m	9967915.0000m	3400.000m	GPS
2197	801442.0000m	9967914.0000m	3403.000m	GPS
2198	801453.0000m	9967915.0000m	3405.000m	GPS
2199	801464.0000m	9967916.0000m	3407.000m	GPS
2200	801472.0000m	9967918.0000m	3409.000m	GPS
2201	801483.0000m	9967924.0000m	3411.000m	GPS
2202	801494.0000m	9967930.0000m	3413.000m	GPS
2203	801503.0000m	9967935.0000m	3416.000m	GPS
2204	801509.0000m	9967939.0000m	3418.000m	GPS
2205	801517.0000m	9967941.0000m	3420.000m	GPS
2206	801524.0000m	9967943.0000m	3422.000m	GPS
2207	801532.0000m	9967947.0000m	3424.000m	GPS
2208	801540.0000m	9967954.0000m	3426.000m	GPS
2209	801550.0000m	9967962.0000m	3428.000m	GPS
2210	801559.0000m	9967970.0000m	3429.000m	GPS
2211	801569.0000m	9967979.0000m	3430.000m	GPS
2212	801579.0000m	9967989.0000m	3430.000m	GPS
2213	801588.0000m	9967996.0000m	3431.000m	GPS
2214	801587.0000m	9968004.0000m	3430.000m	GPS
2215	801577.0000m	9968015.0000m	3429.000m	GPS
2216	801580.0000m	9968028.0000m	3429.000m	GPS
2217	801588.0000m	9968038.0000m	3429.000m	GPS
2218	801589.0000m	9968051.0000m	3428.000m	GPS
2219	801581.0000m	9968064.0000m	3428.000m	GPS
2220	801571.0000m	9968077.0000m	3428.000m	GPS
2221	801566.0000m	9968091.0000m	3427.000m	GPS
2222	801565.0000m	9968100.0000m	3427.000m	GPS
2223	801561.0000m	9968113.0000m	3427.000m	GPS
2224	801559.0000m	9968116.0000m	3427.000m	GPS
2225	801550.0000m	9968127.0000m	3427.000m	GPS
2226	801545.0000m	9968139.0000m	3427.300m	GPS

2227	801542.0000m	9968156.0000m	3426.700m	GPS
2228	801539.0000m	9968165.0000m	3426.500m	GPS
2229	801537.0000m	9968173.0000m	3426.000m	GPS
2230	801532.0000m	9968184.0000m	3426.000m	GPS
2231	801522.0000m	9968201.0000m	3424.000m	GPS
2232	801516.0000m	9968216.0000m	3423.000m	GPS
2233	801511.0000m	9968232.0000m	3423.000m	GPS
2234	801513.0000m	9968248.0000m	3421.000m	GPS
2235	801514.0000m	9968253.0000m	3421.000m	GPS
2236	801512.0000m	9968275.0000m	3420.000m	GPS
2237	801510.0000m	9968292.0000m	3420.000m	GPS
2238	801510.0000m	9968308.0000m	3420.000m	GPS
2239	801511.0000m	9968323.0000m	3419.000m	GPS
2240	801515.0000m	9968336.0000m	3418.000m	GPS
2241	801519.0000m	9968344.0000m	3418.000m	GPS
2242	801535.0000m	9968349.0000m	3416.800m	GPS
2243	801554.0000m	9968346.0000m	3416.450m	GPS
2244	801569.0000m	9968346.0000m	3416.500m	GPS
2246	801575.0000m	9968346.0000m	3416.200m	GPS
2247	801583.0000m	9968357.0000m	3416.000m	GPS
2248	801577.0000m	9968376.0000m	3416.000m	GPS
2249	801567.0000m	9968386.0000m	3415.400m	GPS
2250	801561.0000m	9968401.0000m	3414.200m	GPS
2251	801559.0000m	9968416.0000m	3413.550m	GPS
2252	801562.0000m	9968431.0000m	3413.240m	GPS
2253	801571.0000m	9968445.0000m	3413.200m	GPS
2254	801578.0000m	9968454.0000m	3413.350m	GPS
2255	801584.0000m	9968462.0000m	3413.500m	GPS
2256	801585.0000m	9968475.0000m	3413.200m	GPS
2257	801587.0000m	9968489.0000m	3413.000m	GPS
2258	801589.0000m	9968502.0000m	3412.500m	GPS
2259	801588.0000m	9968511.0000m	3412.000m	GPS
2260	801588.0000m	9968524.0000m	3411.000m	GPS
2261	801591.0000m	9968539.0000m	3409.600m	GPS
2262	801597.0000m	9968552.0000m	3411.000m	GPS
2263	801605.0000m	9968564.0000m	3412.000m	GPS
2264	801617.0000m	9968574.0000m	3412.000m	GPS
2265	801625.0000m	9968582.0000m	3413.000m	GPS
2266	801633.0000m	9968591.0000m	3415.000m	GPS
2267	801642.0000m	9968600.0000m	3416.000m	GPS
2268	801650.0000m	9968608.0000m	3418.000m	GPS

2269	801657.0000m	9968616.0000m	3419.000m	GPS
2270	801665.0000m	9968625.0000m	3420.000m	GPS
2271	801674.0000m	9968635.0000m	3421.000m	GPS
2272	801681.0000m	9968644.0000m	3423.000m	GPS
2273	801688.0000m	9968651.0000m	3426.000m	GPS
2274	801688.0000m	9968651.0000m	3426.000m	GPS
2275	801691.0000m	9968642.0000m	3426.000m	GPS
2276	801689.0000m	9968629.0000m	3425.900m	GPS
2277	801689.0000m	9968628.0000m	3425.900m	GPS
2278	801687.0000m	9968611.0000m	3424.200m	GPS
2279	801684.0000m	9968599.0000m	3424.100m	GPS
2280	801682.0000m	9968585.0000m	3423.880m	GPS
2281	801680.0000m	9968572.0000m	3423.790m	GPS
2282	801678.0000m	9968559.0000m	3424.000m	GPS
2283	801675.0000m	9968546.0000m	3425.100m	GPS
2284	801673.0000m	9968536.0000m	3425.400m	GPS
2285	801671.0000m	9968527.0000m	3426.150m	GPS
2286	801669.0000m	9968516.0000m	3426.450m	GPS
2287	801668.0000m	9968509.0000m	3427.000m	GPS
2288	801666.0000m	9968498.0000m	3428.000m	GPS
2289	801665.0000m	9968487.0000m	3428.000m	GPS
2290	801663.0000m	9968478.0000m	3428.000m	GPS
2291	801663.0000m	9968472.0000m	3428.020m	GPS
2292	801661.0000m	9968460.0000m	3427.600m	GPS
2293	801662.0000m	9968457.0000m	3427.500m	GPS
2294	801664.0000m	9968465.0000m	3427.800m	GPS
2295	801667.0000m	9968474.0000m	3428.050m	GPS
2296	801667.0000m	9968487.0000m	3428.000m	GPS
2297	801669.0000m	9968502.0000m	3428.100m	GPS
2298	801671.0000m	9968515.0000m	3426.450m	GPS
2299	801674.0000m	9968528.0000m	3426.150m	GPS
2300	801676.0000m	9968537.0000m	3425.300m	GPS
2301	801678.0000m	9968549.0000m	3425.500m	GPS
2302	801681.0000m	9968563.0000m	3423.850m	GPS
2303	801683.0000m	9968572.0000m	3423.750m	GPS
2304	801685.0000m	9968584.0000m	3423.880m	GPS
2305	801686.0000m	9968599.0000m	3424.100m	GPS
2306	801688.0000m	9968611.0000m	3424.200m	GPS
2307	801689.0000m	9968623.0000m	3425.000m	GPS
2308	801691.0000m	9968635.0000m	3426.000m	GPS
2309	801693.0000m	9968648.0000m	3426.000m	GPS

2310	801697.0000m	9968660.0000m	3426.500m	GPS
2311	801704.0000m	9968670.0000m	3425.000m	GPS
2312	801712.0000m	9968681.0000m	3425.000m	GPS
2313	801721.0000m	9968691.0000m	3425.000m	GPS
2314	801730.0000m	9968703.0000m	3425.000m	GPS
2315	801738.0000m	9968718.0000m	3425.000m	GPS
2316	801747.0000m	9968729.0000m	3424.810m	GPS
2317	801758.0000m	9968736.0000m	3424.800m	GPS
2318	801770.0000m	9968737.0000m	3424.700m	GPS
2320	801800.0000m	9968739.0000m	3424.900m	GPS
2321	801810.0000m	9968744.0000m	3425.000m	GPS
2322	801821.0000m	9968749.0000m	3425.000m	GPS
2323	801833.0000m	9968755.0000m	3425.000m	GPS
2324	801843.0000m	9968759.0000m	3424.900m	GPS
2325	801845.0000m	9968755.0000m	3424.800m	GPS
2326	801836.0000m	9968749.0000m	3425.000m	GPS
2327	801827.0000m	9968744.0000m	3425.000m	GPS
2328	801824.0000m	9968740.0000m	3425.000m	GPS
2329	801825.0000m	9968740.0000m	3425.000m	GPS
2330	801818.0000m	9968735.0000m	3425.000m	GPS
2331	801814.0000m	9968732.0000m	3425.000m	GPS
2332	801810.0000m	9968729.0000m	3427.000m	GPS
2333	801801.0000m	9968724.0000m	3428.000m	GPS
2334	801796.0000m	9968722.0000m	3428.000m	GPS
2335	801788.0000m	9968717.0000m	3430.000m	GPS
2336	801778.0000m	9968711.0000m	3432.000m	GPS
2337	801772.0000m	9968703.0000m	3433.000m	GPS
2338	801768.0000m	9968693.0000m	3433.000m	GPS
2339	801765.0000m	9968682.0000m	3437.100m	GPS
2341	801758.0000m	9968659.0000m	3438.200m	GPS
2342	801755.0000m	9968647.0000m	3438.360m	GPS
2343	801753.0000m	9968636.0000m	3438.440m	GPS
2344	801753.0000m	9968634.0000m	3438.200m	GPS
2345	801752.0000m	9968632.0000m	3438.300m	GPS
2346	801748.0000m	9968619.0000m	3438.100m	GPS
2347	801744.0000m	9968606.0000m	3437.500m	GPS
2348	801740.0000m	9968595.0000m	3437.230m	GPS
2349	801738.0000m	9968582.0000m	3436.500m	GPS
2350	801737.0000m	9968573.0000m	3435.700m	GPS
2351	801733.0000m	9968556.0000m	3435.000m	GPS
2352	801727.0000m	9968538.0000m	3434.830m	GPS

2353	801724.0000m	9968524.0000m	3435.850m	GPS
2354	801719.0000m	9968508.0000m	3436.150m	GPS
2355	801716.0000m	9968493.0000m	3436.570m	GPS
2356	801713.0000m	9968479.0000m	3436.600m	GPS
2357	801709.0000m	9968464.0000m	3436.580m	GPS
2358	801705.0000m	9968450.0000m	3435.700m	GPS
2363	801711.0000m	9968459.0000m	3436.470m	GPS
2364	801713.0000m	9968469.0000m	3436.520m	GPS
2365	801718.0000m	9968488.0000m	3436.550m	GPS
2366	801722.0000m	9968505.0000m	3436.200m	GPS
2367	801726.0000m	9968522.0000m	3435.900m	GPS
2368	801731.0000m	9968539.0000m	3434.800m	GPS
2369	801733.0000m	9968553.0000m	3435.000m	GPS
2370	801737.0000m	9968569.0000m	3435.300m	GPS
2371	801741.0000m	9968580.0000m	3436.100m	GPS
2372	801744.0000m	9968595.0000m	3437.230m	GPS
2373	801746.0000m	9968608.0000m	3437.500m	GPS
2374	801749.0000m	9968620.0000m	3438.100m	GPS
2375	801753.0000m	9968632.0000m	3438.300m	GPS
2376	801757.0000m	9968644.0000m	3438.380m	GPS
2377	801760.0000m	9968658.0000m	3438.200m	GPS
2378	801765.0000m	9968674.0000m	3437.700m	GPS
2379	801769.0000m	9968687.0000m	3437.390m	GPS
2380	801773.0000m	9968698.0000m	3434.000m	GPS
2381	801778.0000m	9968708.0000m	3433.000m	GPS
2382	801789.0000m	9968716.0000m	3430.000m	GPS
2383	801802.0000m	9968722.0000m	3427.000m	GPS
2384	801817.0000m	9968731.0000m	3425.000m	GPS
2385	801826.0000m	9968740.0000m	3426.000m	GPS
2386	801834.0000m	9968749.0000m	3425.000m	GPS
2387	801845.0000m	9968755.0000m	3424.800m	GPS
2388	801848.0000m	9968762.0000m	3424.900m	GPS
2389	801835.0000m	9968756.0000m	3425.000m	GPS
2390	801820.0000m	9968748.0000m	3425.000m	GPS
2391	801803.0000m	9968741.0000m	3424.900m	GPS
2392	801788.0000m	9968737.0000m	3424.700m	GPS
2394	801763.0000m	9968739.0000m	3424.800m	GPS
2395	801751.0000m	9968735.0000m	3424.810m	GPS
2396	801742.0000m	9968725.0000m	3424.800m	GPS
2397	801734.0000m	9968714.0000m	3425.200m	GPS
2398	801728.0000m	9968704.0000m	3425.000m	GPS

2399	801720.0000m	9968695.0000m	3426.000m	GPS
2400	801718.0000m	9968693.0000m	3426.000m	GPS
2401	801715.0000m	9968689.0000m	3426.000m	GPS
2402	801702.0000m	9968674.0000m	3426.000m	GPS
2403	801693.0000m	9968660.0000m	3426.500m	GPS
2404	801683.0000m	9968650.0000m	3426.000m	GPS
2405	801672.0000m	9968638.0000m	3422.000m	GPS
2406	801661.0000m	9968625.0000m	3421.000m	GPS
2407	801653.0000m	9968617.0000m	3420.000m	GPS
2408	801643.0000m	9968607.0000m	3418.000m	GPS
2409	801635.0000m	9968596.0000m	3416.000m	GPS
2410	801623.0000m	9968584.0000m	3414.000m	GPS
2411	801612.0000m	9968572.0000m	3412.000m	GPS
2412	801601.0000m	9968561.0000m	3412.000m	GPS
2413	801602.0000m	9968562.0000m	3412.000m	GPS
2414	801599.0000m	9968558.0000m	3412.000m	GPS
2415	801590.0000m	9968550.0000m	3411.000m	GPS
2416	801582.0000m	9968547.0000m	3409.320m	GPS
2417	801572.0000m	9968550.0000m	3408.000m	GPS
2418	801559.0000m	9968554.0000m	3407.000m	GPS
2419	801548.0000m	9968556.0000m	3406.000m	GPS
2420	801536.0000m	9968559.0000m	3404.000m	GPS
2421	801536.0000m	9968559.0000m	3404.000m	GPS
2422	801527.0000m	9968562.0000m	3402.000m	GPS
2423	801516.0000m	9968565.0000m	3401.000m	GPS
2424	801513.0000m	9968565.0000m	3400.000m	GPS
2425	801508.0000m	9968567.0000m	3399.000m	GPS
2426	801499.0000m	9968568.0000m	3398.000m	GPS
2427	801484.0000m	9968571.0000m	3396.000m	GPS
2428	801471.0000m	9968572.0000m	3394.000m	GPS

ANEXO 8. Necesidad de riego por cultivo

RABANO

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Abr	2	Inic	0.7	2.26	9.1	4.9	2.9
Abr	3	Des	0.72	2.27	22.7	11.6	11.1
May	1	Med	0.87	2.67	26.7	10.9	15.8
May	2	Med	0.9	2.68	26.8	10.2	16.6
May	3	Fin	0.88	2.53	15.2	5.2	10.4
Total					100.3	42.8	56.7

TOMATE

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.6	2.08	8.3	3.6	3.8
Oct	3	Inic	0.6	2.05	22.5	10.3	12.3
Nov	1	Inic	0.6	2.02	20.2	12	8.2
Nov	2	Inic	0.6	1.98	19.8	13.5	6.4
Nov	3	Des	0.67	2.17	21.7	12	9.7
Dic	1	Des	0.79	2.53	25.3	9.9	15.4
Dic	2	Des	0.92	2.87	28.7	8.6	20.1
Dic	3	Des	1.05	3.32	36.5	8.8	27.7
Ene	1	Med	1.15	3.69	36.9	8.8	28.1
Ene	2	Med	1.16	3.76	37.6	8.7	28.9
Ene	3	Med	1.16	3.78	41.6	10.5	31.2
Feb	1	Med	1.16	3.81	38.1	12.9	25.2
Feb	2	Med	1.16	3.83	38.3	14.7	23.6
Feb	3	Med	1.16	3.82	30.5	14.1	16.4
Mar	1	Med	1.16	3.8	38	13.3	24.7
Mar	2	Fin	1.14	3.73	37.3	12.9	24.3
Mar	3	Fin	1.03	3.35	36.8	12.7	24.2
Abr	1	Fin	0.9	2.94	29.4	12.5	16.9
Abr	2	Fin	0.82	2.66	10.6	4.9	4.5
Total					558.1	204.6	351.3

TRIGO

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	2	Inic	0.3	0.99	4	5.4	0
Nov	3	Inic	0.3	0.97	9.7	12	0
Dic	1	Des	0.46	1.45	14.5	9.9	4.6
Dic	2	Des	0.8	2.51	25.1	8.6	16.5
Dic	3	Med	1.12	3.54	39	8.8	30.1
Ene	1	Med	1.16	3.73	37.3	8.8	28.5
Ene	2	Med	1.16	3.78	37.8	8.7	29.1
Ene	3	Med	1.16	3.8	41.8	10.5	31.4
Feb	1	Med	1.16	3.83	38.3	12.9	25.4
Feb	2	Fin	1.1	3.65	36.5	14.7	21.8
Feb	3	Fin	0.86	2.84	22.7	14.1	8.6
Mar	1	Fin	0.6	1.98	19.8	13.3	6.5
Mar	2	Fin	0.37	1.22	7.3	7.8	0.8
Total					333.9	135.4	203.4

ZANAHORIAS

Mes	Decada	Etapas	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.7	2.43	9.7	3.6	5.1
Oct	3	Inic	0.7	2.39	26.3	10.3	16
Nov	1	Inic	0.7	2.35	23.5	12	11.5
Nov	2	Des	0.71	2.35	23.5	13.5	10
Nov	3	Des	0.77	2.52	25.2	12	13.2
Dic	1	Des	0.85	2.7	27	9.9	17.1
Dic	2	Des	0.92	2.87	28.7	8.6	20.1
Dic	3	Des	0.99	3.14	34.6	8.8	25.8
Ene	1	Med	1.05	3.37	33.7	8.8	24.9
Ene	2	Med	1.06	3.43	34.3	8.7	25.6
Ene	3	Med	1.06	3.45	37.9	10.5	27.5
Feb	1	Med	1.06	3.47	34.7	12.9	21.8
Feb	2	Med	1.06	3.49	34.9	14.7	20.2
Feb	3	Med	1.06	3.48	27.8	14.1	13.7
Mar	1	Med	1.06	3.46	34.6	13.3	21.4
Mar	2	Med	1.06	3.45	34.5	12.9	21.5
Mar	3	Med	1.06	3.44	37.8	12.7	25.1
Abr	1	Fin	1.05	3.4	34	12.5	21.6
Abr	2	Fin	1.02	3.29	32.9	12.3	20.6
Abr	3	Fin	0.98	3.09	30.9	11.6	19.3
May	1	Fin	0.96	2.93	11.7	4.4	6.3
Total					618.3	227.9	388.4

BROCOLI

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Sep	2	Inic	0.7	2.41	9.6	1.6	7.6
Sep	3	Inic	0.7	2.41	24.1	5.8	18.4
Oct	1	Inic	0.7	2.42	24.2	7.6	16.6
Oct	2	Inic	0.7	2.43	24.3	9.1	15.1
Oct	3	Des	0.74	2.53	27.8	10.3	17.5
Nov	1	Des	0.83	2.77	27.7	12	15.8
Nov	2	Des	0.91	3	30	13.5	16.5
Nov	3	Des	0.99	3.21	32.1	12	20.1
Dic	1	Med	1.06	3.37	33.7	9.9	23.8
Dic	2	Med	1.07	3.34	33.4	8.6	24.8
Dic	3	Med	1.07	3.38	37.1	8.8	28.3
Ene	1	Med	1.07	3.42	34.2	8.8	25.3
Ene	2	Fin	1.05	3.41	34.1	8.7	25.4
Ene	3	Fin	0.99	3.23	29.1	8.6	18.6
Total					401.4	125.2	273.9

CEBADA

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Jul	2	Inic	0.3	0.83	3.3	2.9	0
Jul	3	Inic	0.3	0.84	9.2	5.9	3.3
Ago	1	Des	0.46	1.31	13.1	4.1	9
Ago	2	Des	0.75	2.19	21.9	2.7	19.1
Ago	3	Med	1.06	3.26	35.9	3.3	32.5
Sep	1	Med	1.18	3.84	38.4	3.9	34.6
Sep	2	Med	1.18	4.06	40.6	4.1	36.5
Sep	3	Med	1.18	4.07	40.7	5.8	34.9
Oct	1	Med	1.18	4.08	40.8	7.6	33.2
Oct	2	Med	1.18	4.09	40.9	9.1	31.7
Oct	3	Med	1.18	4.02	44.3	10.3	34
Nov	1	Fin	1.11	3.74	37.4	12	25.4
Nov	2	Fin	0.89	2.94	29.4	13.5	15.9
Nov	3	Fin	0.66	2.13	21.3	12	9.3
Dic	1	Fin	0.42	1.35	13.5	9.9	3.6
Dic	2	Fin	0.27	0.86	2.6	2.6	0
Total					433.3	109.6	323.2

CEBOLLA

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Mar	2	Inic	0.7	2.29	9.1	5.2	2.7
Mar	3	Inic	0.7	2.28	25.1	12.7	12.4
Abr	1	Inic	0.7	2.27	22.7	12.5	10.2
Abr	2	Des	0.71	2.29	22.9	12.3	10.7
Abr	3	Des	0.76	2.39	23.9	11.6	12.3
May	1	Des	0.82	2.5	25	10.9	14.1
May	2	Des	0.88	2.59	25.9	10.2	15.7
May	3	Des	0.94	2.69	29.6	9.6	20
Jun	1	Med	1	2.77	27.7	8.9	18.8
Jun	2	Med	1.02	2.74	27.4	8.3	19.1
Jun	3	Med	1.02	2.76	27.6	7.8	19.8
Jul	1	Med	1.02	2.78	27.8	7.6	20.2
Jul	2	Med	1.02	2.8	28	7.2	20.8
Jul	3	Med	1.02	2.85	31.3	5.9	25.4
Ago	1	Fin	1.02	2.9	29	4.1	24.9
Ago	2	Fin	1.02	2.95	29.5	2.7	26.8
Ago	3	Fin	1.02	3.13	34.5	3.3	31.1
Sep	1	Fin	1.02	3.32	33.2	3.9	29.3
Sep	2	Fin	1.02	3.5	7	0.8	7
Total					487.1	145.4	341.2

ARVEJAS

Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Abr	2	Inic	0.5	1.62	6.5	4.9	0.3
Abr	3	Inic	0.5	1.57	15.7	11.6	4.1
May	1	Inic	0.5	1.53	15.3	10.9	4.4
May	2	Inic	0.5	1.48	14.8	10.2	4.6
May	3	Des	0.63	1.82	20	9.6	10.4
Jun	1	Des	0.91	2.54	25.4	8.9	16.5
Jun	2	Med	1.14	3.07	30.7	8.3	22.5
Jun	3	Med	1.17	3.17	31.7	7.8	23.9
Jul	1	Med	1.17	3.19	31.9	7.6	24.4
Jul	2	Fin	1.1	3.04	30.4	7.2	23.2
Jul	3	Fin	0.69	1.93	21.3	5.9	15.4
Ago	1	Fin	0.37	1.04	4.2	1.7	2.1
Total					247.9	94.5	151.8

ALFALFA

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Abr	2	Inic	0.4	1.29	5.2	4.9	0
Abr	3	Des	0.42	1.32	13.2	11.6	1.6
May	1	Des	0.58	1.77	17.7	10.9	6.8
May	2	Des	0.77	2.27	22.7	10.2	12.5
May	3	Med	0.94	2.7	29.7	9.6	20.1
Jun	1	Med	0.97	2.69	26.9	8.9	17.9
Jun	2	Med	0.97	2.6	26	8.3	17.7
Jun	3	Fin	0.94	2.55	25.5	7.8	17.7
Total					166.8	72.2	94.3

PASTO

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Abr	2	Inic	0.4	1.29	5.2	4.9	0
Abr	3	Inic	0.4	1.26	12.6	11.6	1
May	1	Inic	0.4	1.22	12.2	10.9	1.3
May	2	Des	0.48	1.43	14.3	10.2	4.1
May	3	Des	0.68	1.95	21.4	9.6	11.8
Jun	1	Med	0.84	2.35	23.5	8.9	14.6
Jun	2	Med	0.86	2.32	23.2	8.3	15
Jun	3	Fin	0.86	2.34	23.4	7.8	15.6
Total					135.7	72.2	63.3

REMOLACHA

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Mar	2	Inic	0.5	1.63	6.5	5.2	0.1
Mar	3	Inic	0.5	1.63	17.9	12.7	5.2
Abr	1	Inic	0.5	1.62	16.2	12.5	3.7
Abr	2	Des	0.52	1.68	16.8	12.3	4.5
Abr	3	Des	0.63	1.99	19.9	11.6	8.3
May	1	Des	0.76	2.32	23.2	10.9	12.3
May	2	Des	0.88	2.62	26.2	10.2	16
May	3	Med	1.02	2.92	32.1	9.6	22.5
Jun	1	Med	1.07	2.97	29.7	8.9	20.8
Jun	2	Med	1.07	2.87	28.7	8.3	20.5
Jun	3	Med	1.07	2.9	29	7.8	21.1
Jul	1	Med	1.07	2.92	29.2	7.6	21.6
Jul	2	Med	1.07	2.94	29.4	7.2	22.2
Jul	3	Med	1.07	2.99	32.9	5.9	27
Ago	1	Med	1.07	3.04	30.4	4.1	26.3
Ago	2	Med	1.07	3.09	30.9	2.7	28.2
Ago	3	Fin	1.06	3.28	36	3.3	32.7
Sep	1	Fin	1.01	3.3	33	3.9	29.2
Sep	2	Fin	0.98	3.36	6.7	0.8	6.7
Total					474.8	145.4	328.9

ACELGA

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Nov	2	Inic	0.7	2.31	9.3	5.4	2.5
Nov	3	Inic	0.7	2.27	22.7	12	10.7
Dic	1	Des	0.71	2.26	22.6	9.9	12.8
Dic	2	Des	0.8	2.5	25	8.6	16.4
Dic	3	Des	0.91	2.87	31.6	8.8	22.8
Ene	1	Med	1	3.2	32	8.8	23.2
Ene	2	Med	1.01	3.27	32.7	8.7	24
Ene	3	Med	1.01	3.3	36.3	10.5	25.8
Feb	1	Med	1.01	3.32	33.2	12.9	20.3
Feb	2	Fin	1	3.3	33	14.7	18.3
Feb	3	Fin	0.96	3.17	12.7	7.1	5.6
Total					291.1	107.3	182.4

COLIFLOR

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Sep	2	Inic	0.7	2.41	9.6	1.6	7.6
Sep	3	Inic	0.7	2.41	24.1	5.8	18.4
Oct	1	Inic	0.7	2.42	24.2	7.6	16.6
Oct	2	Inic	0.7	2.43	24.3	9.1	15.1
Oct	3	Des	0.74	2.51	27.6	10.3	17.4
Nov	1	Des	0.81	2.73	27.3	12	15.3
Nov	2	Des	0.89	2.93	29.3	13.5	15.9
Nov	3	Des	0.96	3.12	31.2	12	19.2
Dic	1	Des	1.03	3.29	32.9	9.9	23.1
Dic	2	Med	1.07	3.34	33.4	8.6	24.8
Dic	3	Med	1.07	3.38	37.2	8.8	28.3
Ene	1	Med	1.07	3.42	34.2	8.8	25.4
Ene	2	Fin	1.07	3.46	34.6	8.7	25.9
Ene	3	Fin	1.02	3.32	36.5	10.5	26.1
Feb	1	Fin	0.97	3.18	9.6	3.9	3.1
Total					416	131	282.1

FREJOL

Mes	Década	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
May	2	Inic	0.4	1.18	4.7	4.1	0
May	3	Inic	0.4	1.15	12.6	9.6	3
Jun	1	Des	0.44	1.22	12.2	8.9	3.3
Jun	2	Des	0.67	1.8	18	8.3	9.8
Jun	3	Des	0.93	2.51	25.1	7.8	17.3
Jul	1	Med	1.14	3.13	31.3	7.6	23.7
Jul	2	Med	1.17	3.22	32.2	7.2	25
Jul	3	Med	1.17	3.28	36	5.9	30.1
Ago	1	Med	1.17	3.33	33.3	4.1	29.2
Ago	2	Fin	1.08	3.14	31.4	2.7	28.7
Ago	3	Fin	0.68	2.09	23	3.3	19.6
Sep	1	Fin	0.39	1.27	3.8	1.2	1.9
Total					263.6	70.7	191.5

LECHUGA

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.7	2.43	9.7	3.6	5.1
Oct	3	Inic	0.7	2.39	26.3	10.3	16
Nov	1	Inic	0.7	2.35	23.5	12	11.5
Nov	2	Des	0.75	2.48	24.8	13.5	11.3
Nov	3	Des	0.84	2.73	27.3	12	15.3
Dic	1	Des	0.93	2.96	29.6	9.9	19.8
Dic	2	Med	1.01	3.15	31.5	8.6	22.9
Dic	3	Med	1.01	3.22	35.4	8.8	26.6
Ene	1	Med	1.01	3.25	32.5	8.8	23.7
Ene	2	Fin	1.58	5.14	51.4	8.7	42.7
Ene	3	Fin	1.96	6.41	25.6	3.8	20.4
Total					317.6	99.9	215.3

MAÍZ

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Oct	2	Inic	0.7	2.43	9.7	3.6	5.1
Oct	3	Inic	0.7	2.39	26.3	10.3	16
Nov	1	Des	0.72	2.42	24.2	12	12.2
Nov	2	Des	0.84	2.79	27.9	13.5	14.4
Nov	3	Des	0.98	3.18	31.8	12	19.8
Dic	1	Des	1.11	3.55	35.5	9.9	25.6
Dic	2	Med	1.17	3.68	36.8	8.6	28.2
Dic	3	Med	1.17	3.72	40.9	8.8	32.1
Ene	1	Med	1.17	3.77	37.7	8.8	28.8
Ene	2	Fin	1.17	3.79	37.9	8.7	29.2
Ene	3	Fin	1.13	3.69	40.6	10.5	30.2
Feb	1	Fin	1.09	3.59	35.9	12.9	23
Feb	2	Fin	1.07	3.53	10.6	4.4	3.2
Total					395.6	123.9	267.9

PAPAS

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
May	2	Inic	0.5	1.48	5.9	4.1	0.8
May	3	Inic	0.5	1.44	15.8	9.6	6.2
Jun	1	Inic	0.5	1.39	13.9	8.9	5
Jun	2	Des	0.62	1.68	16.8	8.3	8.5
Jun	3	Des	0.85	2.3	23	7.8	15.2
Jul	1	Des	1.07	2.93	29.3	7.6	21.7
Jul	2	Med	1.17	3.23	32.3	7.2	25.1
Jul	3	Med	1.17	3.28	36.1	5.9	30.2
Ago	1	Med	1.17	3.34	33.4	4.1	29.3
Ago	2	Med	1.17	3.4	34	2.7	31.2
Ago	3	Fin	1.14	3.5	38.5	3.3	35.2
Sep	1	Fin	1.01	3.28	32.8	3.9	28.9
Sep	2	Fin	0.87	3.01	30.1	4.1	26
Sep	3	Fin	0.79	2.72	8.2	1.7	5.3
Total					349.9	79.3	268.5

HABAS

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Nov	2	Inic	0.5	1.65	6.6	5.4	0
Nov	3	Inic	0.5	1.62	16.2	12	4.2
Dic	1	Inic	0.5	1.59	15.9	9.9	6.1
Dic	2	Inic	0.5	1.56	15.6	8.6	7.1
Dic	3	Inic	0.5	1.58	17.4	8.8	8.6
Ene	1	Inic	0.5	1.6	16	8.8	7.2
Ene	2	Inic	0.5	1.62	16.2	8.7	7.5
Ene	3	Inic	0.5	1.63	18	10.5	7.5
Feb	1	Inic	0.5	1.64	16.4	12.9	3.5
Feb	2	Des	0.53	1.76	17.6	14.7	2.8
Feb	3	Des	0.65	2.15	17.2	14.1	3.1
Mar	1	Des	0.78	2.57	25.7	13.3	12.4
Mar	2	Des	0.93	3.04	30.4	12.9	17.4
Mar	3	Des	1.08	3.52	38.8	12.7	26.1
Abr	1	Med	1.16	3.75	37.5	12.5	25
Abr	2	Med	1.16	3.74	37.4	12.3	25.1
Abr	3	Med	1.16	3.63	36.3	11.6	24.7
May	1	Med	1.16	3.53	35.3	10.9	24.4
May	2	Fin	1.07	3.17	31.7	10.2	21.5
May	3	Fin	0.91	2.6	28.6	9.6	19
Jun	1	Fin	0.74	2.07	20.7	8.9	11.8
Jun	2	Fin	0.59	1.58	15.8	8.3	7.6
Jun	3	Fin	0.43	1.17	11.7	7.8	3.9
Jul	1	Fin	0.32	0.88	3.5	3	0
Total					526.7	248.3	276.6

MELLOCOS

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	2	Inic	0.5	1.73	6.9	3.6	2.4
Oct	3	Inic	0.5	1.71	18.8	10.3	8.5
Nov	1	Inic	0.5	1.68	16.8	12	4.8
Nov	2	Inic	0.5	1.65	16.5	13.5	3.1
Nov	3	Inic	0.5	1.62	16.2	12	4.2
Dic	1	Inic	0.5	1.59	15.9	9.9	6.1
Dic	2	Inic	0.5	1.56	15.6	8.6	7.1
Dic	3	Inic	0.5	1.58	17.4	8.8	8.6
Ene	1	Inic	0.5	1.6	16	8.8	7.2
Ene	2	Des	0.52	1.7	17	8.7	8.3
Ene	3	Des	0.63	2.06	22.7	10.5	12.2

Feb	1	Des	0.75	2.45	24.5	12.9	11.6
Feb	2	Des	0.85	2.83	28.3	14.7	13.6
Feb	3	Des	0.95	3.14	25.1	14.1	11
Mar	1	Des	1.05	3.45	34.5	13.3	21.2
Mar	2	Med	1.14	3.73	37.3	12.9	24.4
Mar	3	Med	1.15	3.76	41.3	12.7	28.7
Abr	1	Med	1.15	3.75	37.5	12.5	25
Abr	2	Med	1.15	3.73	37.3	12.3	25.1
Abr	3	Med	1.15	3.63	36.3	11.6	24.7
May	1	Med	1.15	3.52	35.2	10.9	24.4
May	2	Fin	1.15	3.42	34.2	10.2	23.9
May	3	Fin	1.08	3.1	34	9.6	24.5
Jun	1	Fin	0.96	2.68	26.8	8.9	17.9
Jun	2	Fin	0.85	2.3	23	8.3	14.7
Jun	3	Fin	0.74	2.02	20.2	7.8	12.4
Jul	1	Fin	0.67	1.84	5.5	2.3	1.7
Total					661	281.5	377

CÍTRICOS

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec		
Ene	2	Inic	0.58	1.89	7.5	3.5	7
Ene	3	Inic	0.5	1.63	18	10.5	7.5
Feb	1	Inic	0.5	1.64	16.4	12.9	3.5
Feb	2	Inic	0.5	1.65	16.5	14.7	1.8
Feb	3	Inic	0.5	1.65	13.2	14.1	0
Mar	1	Inic	0.5	1.64	16.4	13.3	3.1
Mar	2	Des	0.5	1.63	16.3	12.9	3.4
Mar	3	Des	0.5	1.62	17.8	12.7	5.1
Abr	1	Des	0.5	1.61	16.1	12.5	3.6
Abr	2	Des	0.49	1.6	16	12.3	3.7
Abr	3	Des	0.49	1.54	15.4	11.6	3.9
May	1	Des	0.49	1.49	14.9	10.9	4.1
May	2	Des	0.49	1.44	14.4	10.2	4.2
May	3	Des	0.48	1.39	15.3	9.6	5.7
Jun	1	Des	0.48	1.34	13.4	8.9	4.5
Jun	2	Med	0.48	1.29	12.9	8.3	4.7
Jun	3	Med	0.48	1.3	13	7.8	5.2
Jul	1	Med	0.48	1.31	13.1	7.6	5.6
Jul	2	Med	0.48	1.32	13.2	7.2	6
Jul	3	Med	0.48	1.34	14.8	5.9	8.9
Ago	1	Med	0.48	1.37	13.7	4.1	9.5

Ago	2	Med	0.48	1.39	13.9	2.7	11.2
Ago	3	Med	0.48	1.48	16.2	3.3	12.9
Sep	1	Med	0.48	1.56	15.6	3.9	11.8
Sep	2	Med	0.48	1.65	16.5	4.1	12.4
Sep	3	Med	0.48	1.65	16.5	5.8	10.8
Oct	1	Med	0.48	1.66	16.6	7.6	9
Oct	2	Fin	0.55	1.91	19.1	9.1	10
Oct	3	Fin	0.58	1.98	21.8	10.3	11.6
Nov	1	Fin	0.58	1.95	19.5	12	7.5
Nov	2	Fin	0.58	1.92	19.2	13.5	5.7
Nov	3	Fin	0.58	1.89	18.9	12	6.9
Dic	1	Fin	0.58	1.85	18.5	9.9	8.7
Dic	2	Fin	0.58	1.82	18.2	8.6	9.6
Dic	3	Fin	0.58	1.84	20.3	8.8	11.4
Ene	1	Fin	0.58	1.86	18.6	8.8	9.8
Ene	2	Fin	0.58	1.89	11.3	5.2	7
Total					589.3	337	257.1